



Tutoriel QGIS : IX. Analyse spatiale

Export PDF de mai 2021



Ceci est un export PDF du tutoriel QGIS 3.22 'Białowieża' disponible ici : <https://ouvrir.passages.cnrs.fr/tutoqgis/>

Plus d'informations sur cette page : https://ouvrir.passages.cnrs.fr/tutoqgis/en_savoir_plus.php.

Ce tutoriel est sous licence Creative Commons : vous êtes autorisé à le partager et l'adapter, pour toute utilisation y compris commerciale, à condition de citer l'auteur : UMR 6554 LETG/UMR 5319 Passages, <https://ouvrir.passages.cnrs.fr/tutoqgis/>, et de partager votre travail sous les mêmes conditions. Le texte complet de la licence est disponible ici : <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.fr>

Sommaire

IX. Analyse spatiale	3
IX.1 Analyse spatiale : quelques exemples d'opérations sur des données vecteur	4
Découper des données par d'autres données	4
Quel est le principe ?	4
Découpage, mode d'emploi	4
Sans oublier de penser aux systèmes de coordonnées...	6
Création d'une zone tampon autour d'un cours d'eau	6
Qu'est-ce qu'une zone tampon ?	6
Sélection d'un cours d'eau	6
Création d'une zone tampon autour de la sélection	7
Pour aller plus loin : détail des autres paramètres	9
Données communes entre deux couches : intersection	9
Qu'est-ce qu'une intersection ?	9
Intersection entre communes et zone tampon	10
Si on voulait aller plus loin...	11
Relancer rapidement un outil à l'aide de l'historique	11
IX.2 Analyse spatiale : quelques exemples d'opérations sur des données raster	12
Préparation des données : découpage d'un raster	12
Explorer les données en modifiant le mode de représentation	13
Répartition des valeurs : histogramme de fréquence	13
La valeur des pixels sans valeur	14
Modifier le style pour explorer les données	15
Manipuler les données : extraction de valeurs	17
Exemples d'opérations sur des données d'altitude	18
Création de courbes de niveau	18
Projection d'un raster	19
Calcul de pente à partir du raster projeté	21
IX.3 Analyse spatiale : croisement de données vecteur et raster	23
Préparation des données : un seul SCR pour tous	23
Attribuer à chaque point une valeur d'élévation	23
IX.4 Un exemple d'application : créer un maillage	26
Principe	26
Création d'une grille	27
Union !	29
Recalcul de la surface	31
Agrégation des données par maille	32
Rastérisation	33
IX.5 Un exemple d'application : dites-le avec du SQL !	36
Création d'une nouvelle base SpatiaLite ou PostGIS	36
Création d'une base SpatiaLite	36
Création d'une base PostGIS	37
Import de données dans SpatiaLite ou PostGIS	39
Lancer une requête simple	41
Création d'une grille	44
Créer une grille avec SpatiaLite	44
Créer une grille avec PostGIS	45
Union et agrégation	47
Évolution temporelle : soustraction de 2 maillages	48
Relancer l'opération sur les données Corine Land Cover 2012	48
Soustraire les 2 maillages 2012 et 2000	49

IX. Analyse spatiale

Dans cette partie, nous allons aborder un domaine particulièrement utile des SIG : comment croiser spatialement des données, ou créer des données à partir d'autres données.

Nous verrons quelques exemples de traitements possibles sur des [données vecteur et raster](#).

Notions abordées :

- découpage d'une couche vecteur
- intersection de deux couches
- création de zones tampon
- découpage d'une couche raster
- création de courbes de niveau à partir d'un MNE
- calcul de pente à partir d'un MNE
- Calcul de la valeur d'un point en fonction d'un raster

Les données pour cette partie ainsi qu'une version PDF du tutoriel sont accessibles dans la rubrique [téléchargement](#).

IX.1 Analyse spatiale : quelques exemples d'opérations sur des données vecteur

Découper des données par d'autres données

Quel est le principe ?

Découpage, mode d'emploi

Sans oublier de penser aux systèmes de coordonnées...

Création d'une zone tampon autour d'un cours d'eau

Qu'est-ce qu'une zone tampon ?

Sélection d'un cours d'eau

Création d'une zone tampon autour de la sélection

Pour aller plus loin : détail des autres paramètres

Données communes entre deux couches : intersection

Qu'est-ce qu'une intersection ?

Intersection entre communes et zone tampon

Si on voulait aller plus loin...

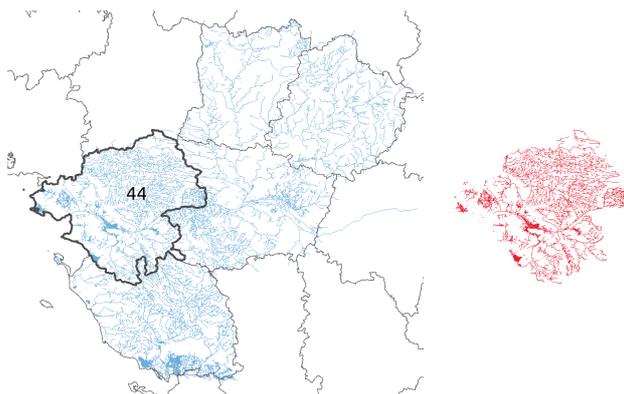
Relancer rapidement un outil à l'aide de l'historique

Nous aborderons ici quelques traitements possibles sur des données vecteur. Il en existe bien sûr beaucoup d'autres !

Découper des données par d'autres données

Quel est le principe ?

Le but sera ici, à partir d'une couche de cours d'eau de la région Pays de la Loire et d'une couche des départements de France métropolitaine, de **découper les cours d'eau pour ne garder que ceux dans notre zone d'étude**, en l'occurrence le département de la Loire-Atlantique (44).



A gauche, les 2 couches de départ : cours d'eau des Pays de la Loire et départements. A droite, le résultat souhaité : les cours d'eau découpés selon le département de la Loire-Atlantique (44)

Une telle opération est utile pour avoir des données moins lourdes, ce qui diminue les temps de traitement. Par ailleurs, votre travail sera plus clair si vous utilisez des données adaptées à votre zone d'étude.

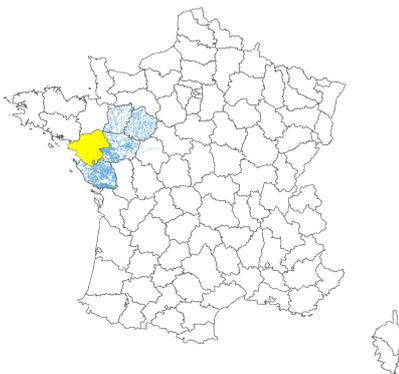
Découpage, mode d'emploi

Ouvrez un nouveau projet QGIS. Ajoutez les couches **DEPARTEMENT** et **gis_osm_waterways_free_1**.

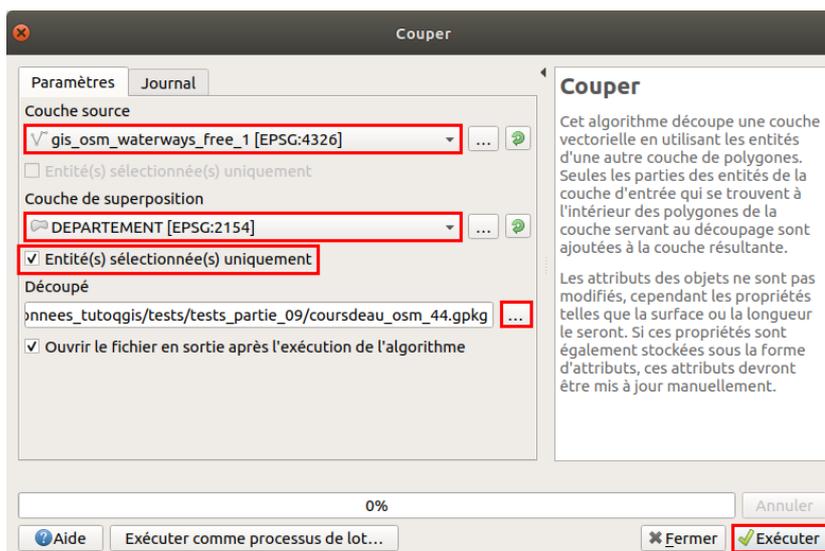
Le but sera donc de découper les cours d'eau par le département 44, pour ne garder que les cours d'eau à l'intérieur de ce département. Cette opération crée une nouvelle couche.



Tout d'abord, sélectionnez le département 44 au moyen de l'outil de sélection :

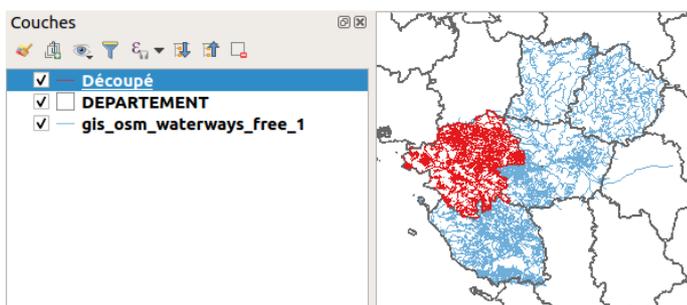


Puis rendez-vous dans la boîte à outils de traitements → Recouvrement de vecteur → Couper



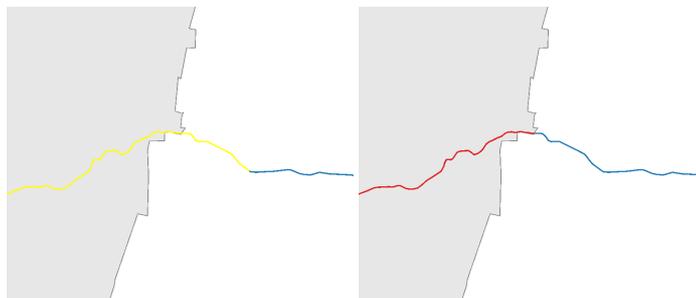
- Couche source : choisir la couche à découper, en l'occurrence les cours d'eau : **gis_osm_waterways_free_1**
- Couche de superposition : choisir la couche servant de masque de découpe, en l'occurrence **DEPARTEMENT**
- Entité(s) sélectionnée(s) uniquement : **cochez cette case** pour ne garder que les cours d'eau à l'intérieur du département sélectionné, et non à l'intérieur de tous les départements
- Découpé : cliquez sur ..., sélectionnez l'option **Enregistrer vers un fichier**, et choisissez l'endroit où la couche sera créée, et son nom : **coursdeau_osm_44** (au format GeoPackage)
- Cliquez sur **Exécuter**

Patientez... La nouvelle couche est ajoutée :



Vérifiez ses données attributaires : **elle contient les mêmes champs que la couche de cours d'eau initiale**. Les valeurs des champs ne sont pas recalculées (sauf dans le cas de champs virtuels) : s'il y a un champ longueur, ses valeurs seront donc erronées.

Contrairement à une requête spatiale, le découpage modifie les entités en les **découpant** suivant les limites de la couche de découpage. Une requête se borne à **sélectionner** par exemple les cours d'eau à l'intérieur d'un département, ou intersectant ce département.



A gauche, cours d'eau intersectant un département sélectionné par une requête spatiale (en jaune). A droite, cours d'eau découpé par un département (en rouge).

Sans oublier de penser aux systèmes de coordonnées...

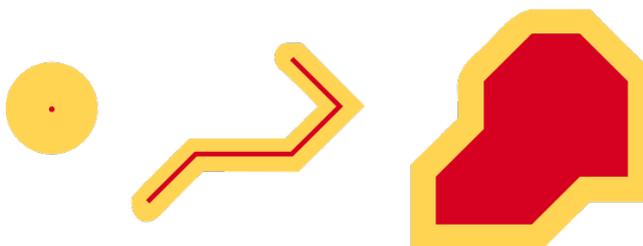
Avez-vous noté que les 2 couches de départ ont **2 SCR différents** ? (WGS84 pour les cours d'eau, RGF93/Lambert 93 pour les départements). Pourtant, le découpage fonctionne correctement. Ce comportement n'existe que depuis la version 3 de QGIS, la version 2.18 retournait dans ce cas une couche vide.

Même si ça n'est plus obligatoire, cela reste une bonne pratique de travailler avec des couches dans le même SCR.

Création d'une zone tampon autour d'un cours d'eau

Qu'est-ce qu'une zone tampon ?

Une zone tampon (aussi appelée « buffer ») est une **zone épousant la forme des objets d'une couche, d'une largeur donnée**. Si elles sont tracées autour de points, les zones tampons seront des cercles. Autour de lignes et de polygones, ce sera des polygones de forme variable. Une zone tampon peut servir par exemple à modéliser une zone inondable, un périmètre de sécurité, une zone d'achalandage...



L'objectif est ici de créer une zone tampon de 100 mètres autour de l'Erdre. Cette zone pourra représenter par exemple une zone inondable, ou bien une zone s'interposant entre rivière et cultures.

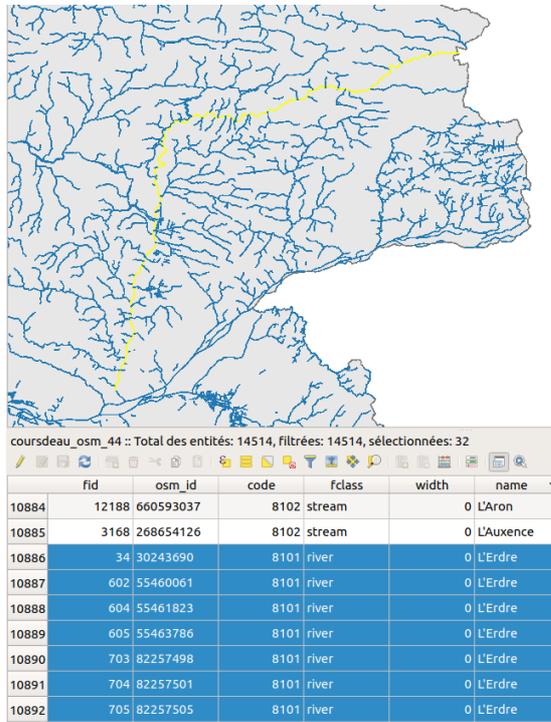
Sélection d'un cours d'eau

- Comment faire pour sélectionner le cours d'eau dont le nom est **L'Erdre** de la couche **coursdeau_osm_44** ?

2 méthodes au choix :

1/ Sélectionner à la main dans la table attributaire les lignes où la valeur du champ **name** est **L'Erdre** (pour les trouver plus facilement, cliquez sur l'intitulé de colonne **name** pour classer les lignes par nom)

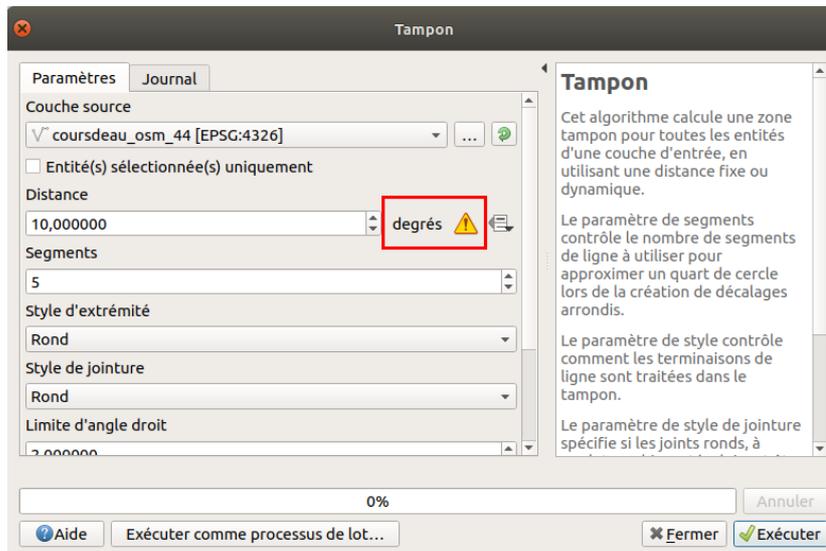
2/ utiliser une requête attributaire : "**name**" = 'L'Erdre'. Attention, le caractère \ (**antislash**) est nécessaire avant l'apostrophe, pour que ce dernier ne soit pas considéré comme la fin de la chaîne de caractères.



Ce cours d'eau est donc constitué de plusieurs entités.

Création d'une zone tampon autour de la sélection

Pour créer la zone tampon : **Boîte à outils de traitements** → **Géométrie vectorielle** → **Tampon**



Sélectionnez la couche source : **coursdeau_osm_44**. En-dessous, la distance permet de paramétrer la taille de la zone tampon.

Vous pouvez voir que **les unités de taille sont les degrés** ! En effet, notre couche de cours d'eau étant en WGS84, il s'agit des unités de cette couche.

Avant d'aller plus loin, il nous faudra donc **projeter notre couche** pour pouvoir fixer une taille en mètres. Nous utiliserons pour cela le système officiel français, à savoir le **RGF93/Lambert-93 (code EPSG 2154)**.

Fermez la fenêtre de l'outil de zone tampon **sans créer la zone tampon**.

Modifiez le **SCR** de la couche **coursdeau_osm_44**, pour passer du WGS84 vers le **RGF93/Lambert-93 (code EPSG 2154)** grâce à l'outil **Reprojeter une couche** (Outils généraux pour les vecteurs) de la boîte à outils.

Nommez la nouvelle couche **coursdeau_osm_44_L93**.

Vérifiez dans les propriétés de cette nouvelle couche, rubrique **Source**, que son SCR soit bien le Lambert 93 :

▼ Géométrie et système de coordonnées de référence

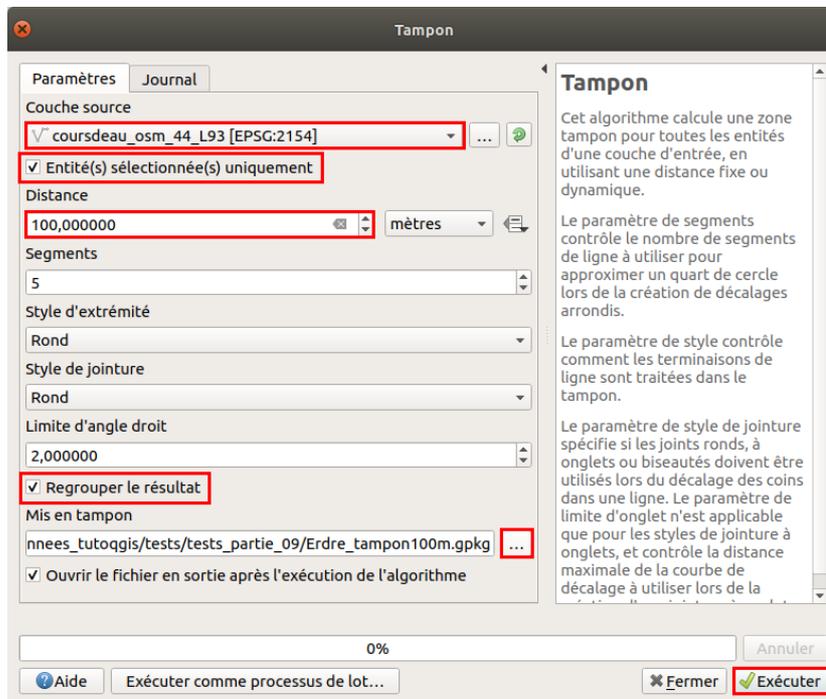
Configurer le système de coordonnées de référence de la source

EPSG:2154 - RGF93 / Lambert-93

Attention, si le SCR n'est pas le bon, ne le modifiez pas ici ! Utilisez l'outil **Reprojeter une couche** de la boîte à outils. Modifier le SCR et [redéfinir le SCR](#) sont 2 manipulations différentes.

Sélectionnez à nouveau l'Erdre.

Vous pouvez ensuite créer la zone tampon :

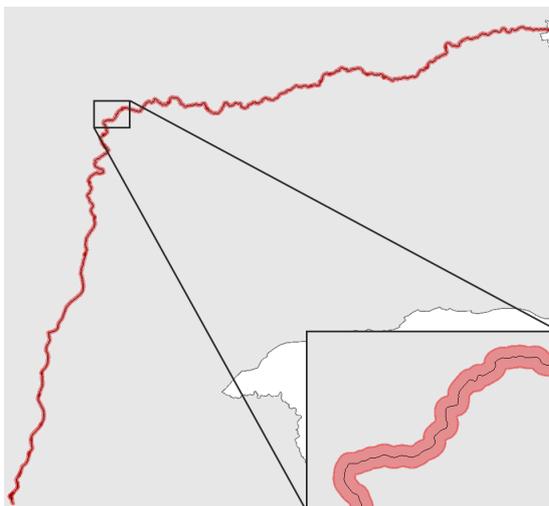


- Couche source : il s'agit de la couche autour de laquelle sera créée la ou les zones tampons, donc ici la couche de cours d'eau **coursdeau_osm_44_L93**
- Entité(s) sélectionnée(s) uniquement : **cocher cette case** afin de ne créer de zone tampon qu'autour de l'Erdre
- Distance tampon : la couche étant projetée en Lambert 93, son unité est le mètre. Choisissez une distance de **100 mètres**. Le bouton tout à droite permet de faire varier la largeur de la zone en fonction des valeurs d'un champ ou d'une expression ; nous ne l'utiliserons pas ici
- **Regrouper le résultat** : cette case permet de fusionner toutes les zones tampon qui seront créées ; sinon, une zone tampon est créée par entité de la couche source. Cochez cette case pour cet exercice (cf. image ci-dessous)
- Mis en tampon : cliquez tout à droite sur le bouton ... → **Enregistrer vers un fichier...** choisir le nom : **Erdre_tampon100m.gpkg** par exemple et l'emplacement de la couche qui sera créée



Détail du résultat de la zone tampon : à gauche sans regrouper, à droite en regroupant.

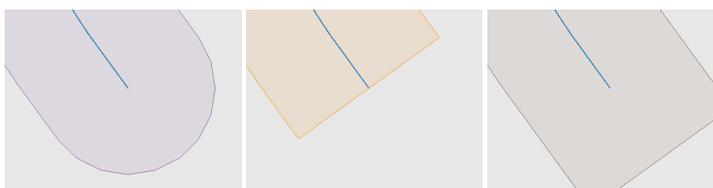
Cliquez sur **Exécuter**, observez le résultat :



Pour aller plus loin : détail des autres paramètres

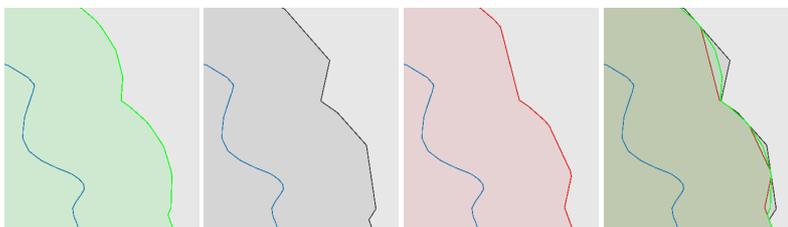
Les autres paramètres de l'outil de zone tampon sont moins fréquemment modifiés et vous pouvez souvent laisser les valeurs par défaut. Voici leur description pour information, que vous pouvez également retrouver dans l'aide (partie droite de la fenêtre de l'outil) ou bien la [documentation QGIS \[1\]](#) :

- **Segments** : plus cette valeur est élevée, plus les contours de la zone seront « arrondis ». Il s'agit en fait du nombre de segments utilisés pour représenter un quart de cercle.
- **Style d'extrémité** : il s'agit de la manière dont les zones tampons sont « terminées ». 3 valeurs sont possibles : rond, plat et carré



Différents types d'extrémité pour les zones tampon : de gauche à droite, rond, plat et carré.

- **Style de jointure** : les zones tampons sont créées en « décalant » les sommets d'une entité, ici une ligne. Il existe plusieurs manières de réaliser ce décalage, ce que contrôle ce paramètre. 3 valeurs sont possibles : rond, angle droit et oblique.



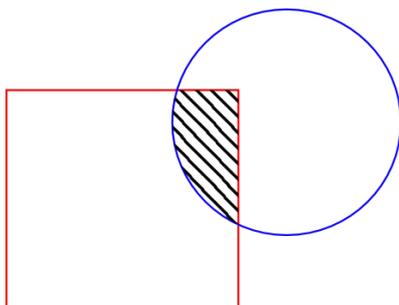
Différents types de jointure pour les zones tampon : de gauche à droite, rond, angle droit, oblique et superposition des 3.

- **Limite d'angle droit** : ce paramètre n'est utilisé que pour les styles jointure à angle droit. D'après l'aide, il contrôle « la distance maximale de la courbe de décalage ». Personnellement je trouve cette définition peu claire, et d'après mes observations les différences sont minimes (on peut les observer en passant de 1 à 2 par exemple). Ecrivez-moi si vous en savez plus !

Données communes entre deux couches : intersection

Qu'est-ce qu'une intersection ?

L'intersection entre deux couches crée une troisième couche, avec uniquement les parties communes aux deux couches.



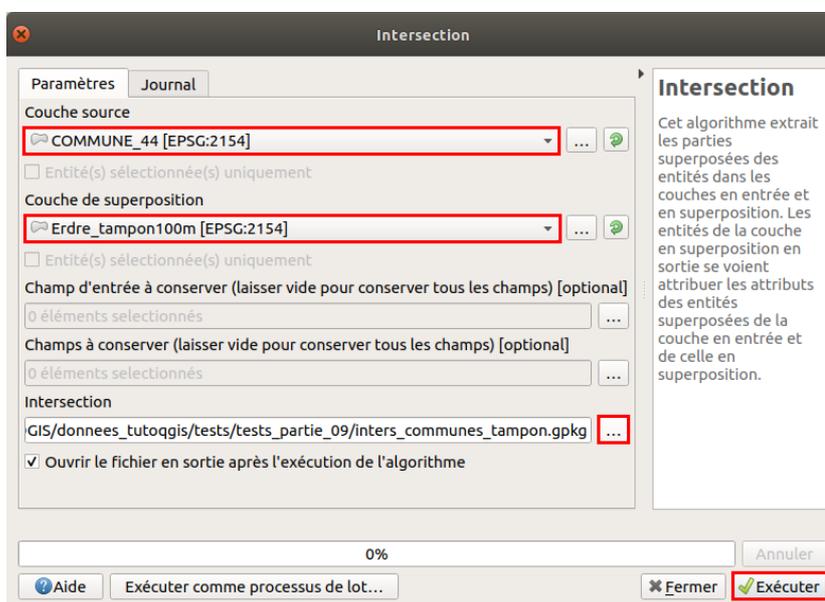
La zone hachurée correspond à l'intersection entre le rectangle et le cercle.

Intersection entre communes et zone tampon

L'idée sera ici de créer la couche d'intersection entre les communes et la zone tampon autour de l'Erdre créée ci-dessus. Ceci pourrait permettre de visualiser par exemple pour chaque commune la partie qui se trouve en zone inondable.

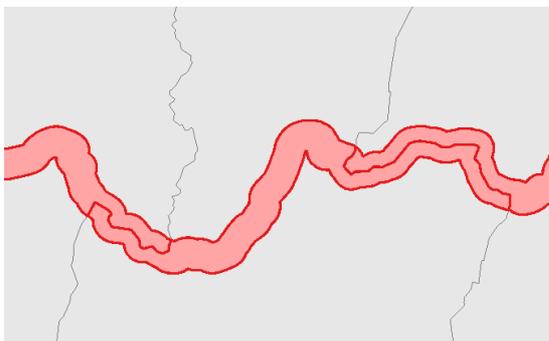
Ajoutez la couche **COMMUNE_44** au projet.

Boîte à outils de traitements → **Recouvrement de vecteur** → **Intersection** :



- Couche source : choisir la couche **COMMUNE_44**. Ne pas cocher la case « Entités sélectionnées uniquement » puisqu'il s'agit d'intersecter toutes les communes
- Couche de superposition : choisir la couche **Erdre_tampon_100m**. Idem, ne pas cocher la case « Entités sélectionnées uniquement »
- Champs d'entrée à conserver : cette option permet de choisir les champs de la couche source à conserver. Ici, nous garderons tous les champs et nous n'utiliserons donc pas ce paramètre
- Champs à conserver : cette option permet de choisir les champs de la couche de superposition. Ici, nous garderons tous les champs et nous n'utiliserons donc pas ce paramètre
- Intersection : cliquez tout à droite sur le bouton ... → **Enregistrer vers un fichier...** choisir le nom : **inters_communes_tampon.gpkg** par exemple et l'emplacement de la couche qui sera créée

Cliquez sur **Exécuter**, observez le résultat :



Ouvrez la table attributaire de cette couche : notez que les champs des deux couches sont présents.

Si on voulait aller plus loin...

A titre d'exemple d'application, comment faire pour obtenir pour chaque commune le pourcentage de sa surface en zone inondable ?

Plusieurs étapes seraient nécessaires :

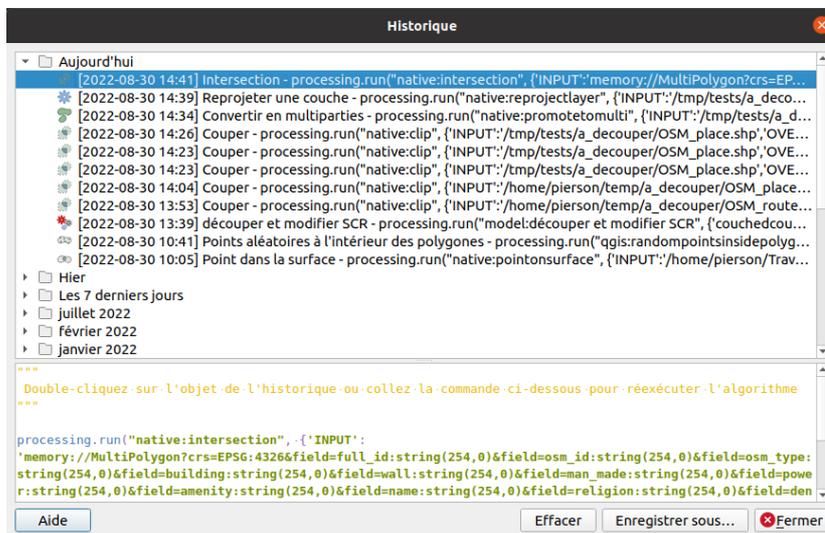
1. Ajouter un champ Surface à la couche d'intersection, en calculant pour chaque entité sa surface par exemple en hectares
2. Joindre ce champ Surface à la couche de communes, en effectuant une jointure attributaire sur les codes INSEE
3. Ajouter un champ à la couche de communes et y calculer le pourcentage en zone inondable, en utilisant le champ Surface joint et la surface de la commune

En combinant les outils vus dans ce tutorial (et d'autres !), on peut essayer de répondre à des questions sur des données spatiales.

Relancer rapidement un outil à l'aide de l'historique

Cette astuce est valable pour tous les outils de la boîte à outils, sur les vecteurs, rasters ou autres !

Rendez-vous dans le **menu Traitement → Historique** :



Dans cette fenêtre, chaque ligne correspond à une fois où vous avez lancé un outil de la boîte à outils, le tout classé par ordre chronologique.

Cliquez sur une des lignes : dans la partie basse de la fenêtre, vous pouvez voir la commande Python correspondante, que le logiciel a lancé pour exécuter l'outil (voir partie XI.4).

Si vous double-cliquez sur une ligne, la fenêtre de l'outil se lance avec exactement le même paramétrage que celui utilisé cette fois-là. Ce qui est très utile en particulier pour les outils avec beaucoup de paramètres, par exemple quand on fait des tests et qu'on est amené à relancer plusieurs fois un outil.

IX.2 Analyse spatiale : quelques exemples d'opérations sur des données raster

- Préparation des données : découpage d'un raster
- Explorer les données en modifiant le mode de représentation
 - Répartition des valeurs : histogramme de fréquence
 - La valeur des pixels sans valeur
 - Modifier le style pour explorer les données
- Manipuler les données : extraction de valeurs
- Exemples d'opérations sur des données d'altitude
 - Création de courbes de niveau
 - Projection d'un raster
 - Calcul de pente à partir du raster projeté

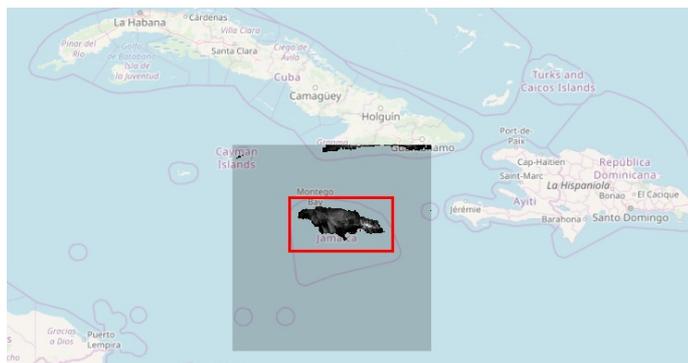
Vous verrez ici quelques manipulations sur un raster d'altitude, appliquées au [modèle d'élévation numérique \(MNE\)](#) de la Jamaïque.

Préparation des données : découpage d'un raster

Le but sera ici de découper un raster pour ne garder que la zone qui nous intéresse. Cette manipulation permet d'alléger les données et les futurs traitements.

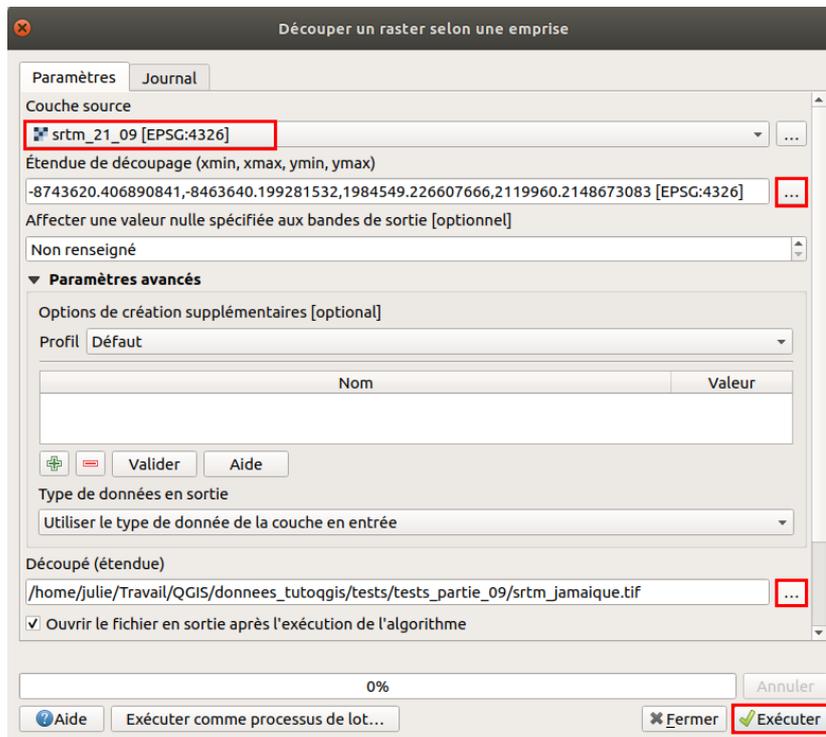
Ouvrez un nouveau projet QGIS. Ajoutez la couche raster [srtm_21_09.tif](#) située dans **TutoQGIS_09_AnalyseSpat/donnees**.

Le but va être de ne garder que la partie du MNE correspondant à la Jamaïque, en éliminant les parties de Cuba et des îles Caïman.

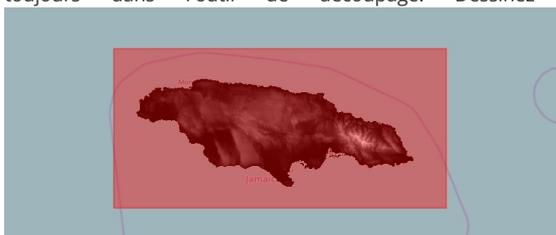


MNE sur fond OpenStreetMap. En gris transparent, l'emprise de la couche, en rouge encadré, la partie à conserver.

Rendez-vous dans la boîte à outils → GDAL → Extraction raster → Découper un raster selon une emprise :



- Couche source : sélectionnez **srtm_21_09**
- Étendue de découpage : cliquez sur le bouton ... tout à droite, choisissez **Dessiner sur le canevas**. Il faut ensuite dessiner l'emprise à garder, toujours dans l'outil de découpage. Dessinez un rectangle approximatif autour de l'île de la Jamaïque :



- Découpé (étendue) : cliquez sur le bouton à droite ... et choisissez où la nouvelle couche sera créée, et son nom : **srtm_jamaïque**
- Cliquez ensuite sur **Exécuter**.

Une fois l'opération terminée, fermez la fenêtre de l'outil de découpage.

Dans la liste des couches, décochez srtm_21_09 pour ne voir que la couche découpée : elle ne comprend que la Jamaïque.



SRTM avant et après découpage.

Notez qu'il est également possible de découper un raster suivant l'emprise d'une couche de polygones, en utilisant l'option **Utiliser l'emprise de la couche**. Vous pouvez aussi directement rentrer à la main les coordonnées de l'emprise à conserver.

Explorer les données en modifiant le mode de représentation

Les données ne contiennent maintenant plus que la zone d'étude et sont donc prêtes pour la suite... Mais au fait, que contiennent-elles, ces données ?

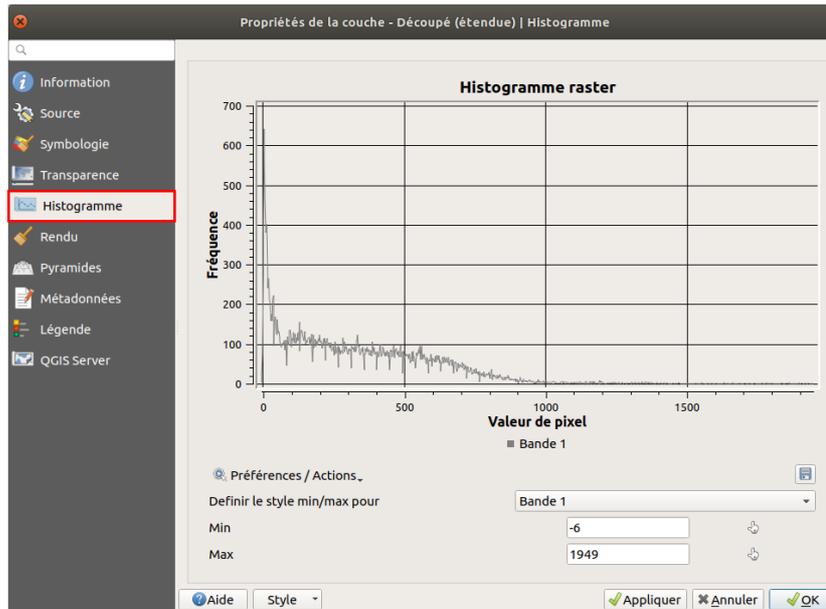
Avant de créer de nouvelles données à partir de ce MNE, ou bien de le croiser avec d'autres couches, il peut être judicieux d'explorer un peu ces données. Pour cela, il est possible de faire beaucoup de choses en allant simplement dans les propriétés de la couche !

Répartition des valeurs : histogramme de fréquence

Une manière simple d'avoir un aperçu du contenu des données est de visualiser l'histogramme de fréquence des valeurs des pixels. Vous pourrez ainsi

voir d'un coup d'œil la répartition des valeurs d'élévation.

Propriétés de la couche **srtm_jamaïque** → rubrique **Histogramme** : cliquez sur le bouton **Calculer l'histogramme**.



L'axe horizontal représente les valeurs de pixels, donc ici d'élévation. L'axe vertical représente le nombre de pixels ayant une valeur donnée. Il est également possible de lire les valeurs minimale et maximale sous l'histogramme.

On peut voir d'un seul coup d'œil que beaucoup de pixels ont une valeur inférieure à 100 mètres d'élévation.

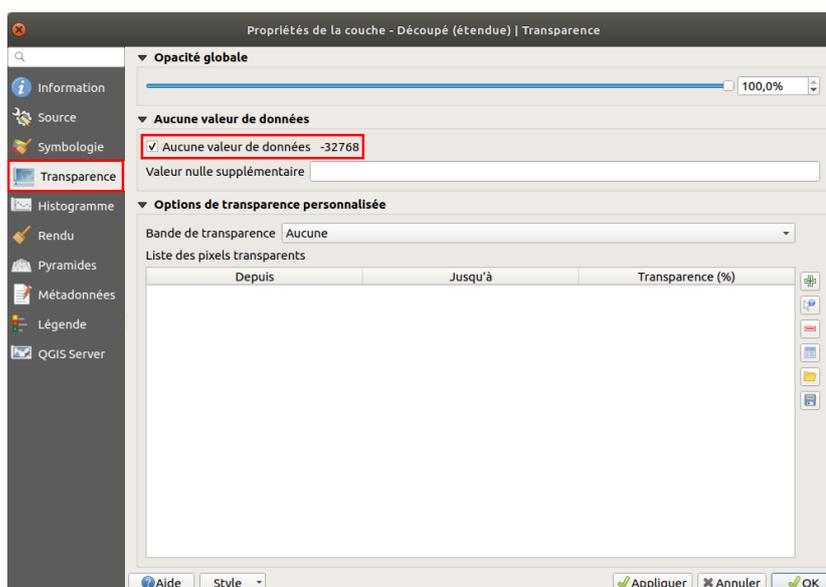
Il est possible de zoomer sur le graphique en dessinant un rectangle, ou bien en modifiant les valeurs min et max. Un clic droit permet de revenir à la vue initiale.

La valeur des pixels sans valeur

Une information utile à savoir est la **valeur des pixels « sans données »**. En effet, vous ne voyez dans QGIS que les pixels de la Jamaïque et non ceux de l'océan les environnant, bien que nous ayons précédemment découpé cette couche suivant un rectangle.

En fait, **un raster étant un tableau, son emprise sera toujours rectangulaire et tous les pixels auront toujours une valeur**. Cependant, par commodité, on donne une valeur aberrante aux pixels « sans données ». D'où ce titre énigmatique !

Pour savoir quelle est cette valeur : **propriétés de la couche** → rubrique **Transparence** :



Regardez la valeur à droite de **Aucune valeur de données** : pour cette couche, cette valeur est de **-32768**.

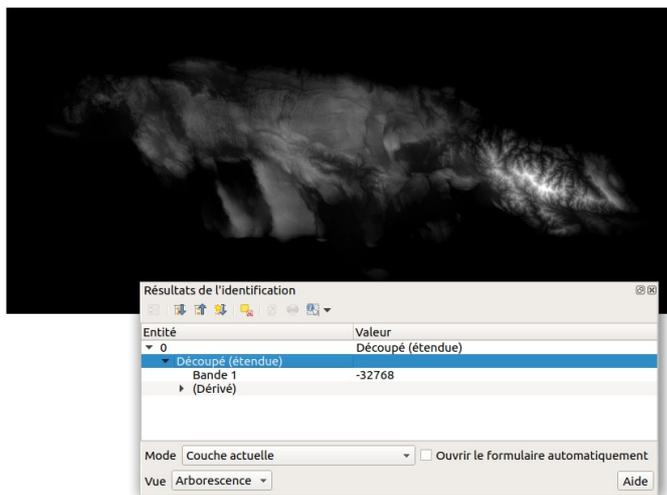
Il est évident que l'élévation n'est jamais de -32768 mètres : il s'agit d'une valeur aberrante pour indiquer que certains pixels n'ont pas de valeur d'élévation associée.

Le logiciel gère cela en rendant ces pixels transparents par défaut.

Pour tester cela, décochez la case devant **Aucune valeur de données** et fermez la fenêtre des propriétés. Vous pouvez voir toute l'emprise de la couche, y compris les pixels sans données.



Vous pouvez utiliser l'outil **Identifier des entités** pour cliquer sur un pixel « sans données » sur le bord du raster et voir que sa valeur correspond bien à -32768.



Retournez dans les propriétés de la couche et recochez la case **Aucune valeur de données**.

Si vous utilisez à nouveau l'outil d'identification sur un pixel du bord du raster (désormais invisible), vous verrez qu'il est maintenant considéré comme « sans données ». En cliquant en-dehors de l'emprise du raster, l'outil d'identification ne renvoie aucun résultat.

Pourquoi la valeur -32768 ? Voici quelques explications si vous désirez en savoir plus. Il existe différents types de raster : 8 bits, 16 bits, 32 bits... Ce qui correspond en fait au nombre de bits sur lesquels est stockée la valeur d'un pixel.

Ici, notre raster est de type 16 bits (ce que vous pouvez vérifier en allant dans les propriétés de la couche, rubrique Information). Chaque valeur de pixel est codée sur 16 bits, ce qui donne 2^{16} soit 65536 possibilités. Les valeurs pouvant être positives ou négatives, elles vont de -32768 à 32767, puisque $65536/2=32768$.

La valeur nulle est donc la valeur la plus aberrante possible, ici -32768.

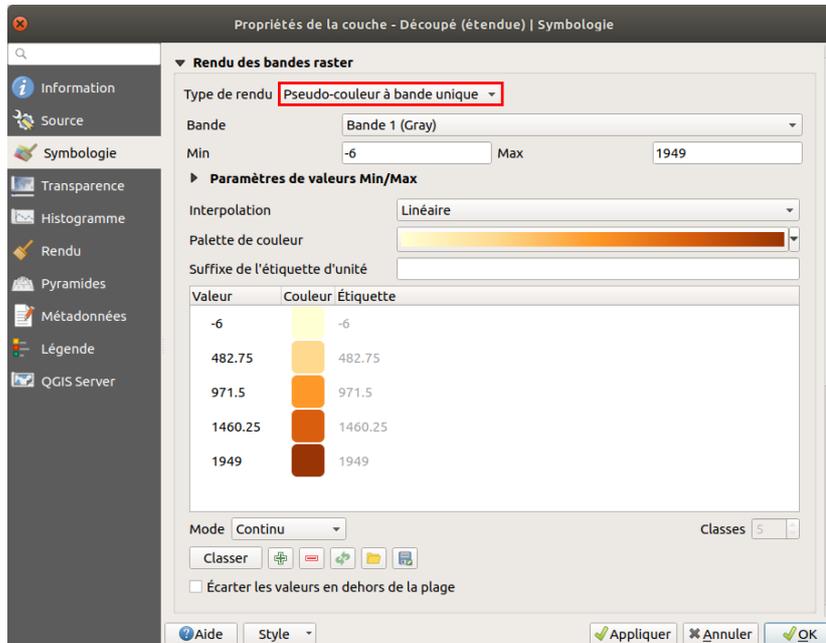
Rendez-vous [ici \[↗\]](#) pour en savoir plus sur les différents types de raster et les données qu'ils peuvent contenir. En règle général, on choisit le type codé sur le moins de bits possibles en restant compatible avec les données, pour obtenir des rasters moins lourds.

Modifier le style pour explorer les données

Une manière simple d'explorer les données, aussi bien pour un vecteur que pour un raster, est de modifier la manière dont sont représentées les données.

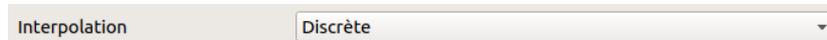
Rendez-vous dans les propriétés de la couche, rubrique **Symbologie**.

A la place de **Bande grise unique**, sélectionnez **Pseudo-couleur à bande unique** et appliquez les changements (sans forcément fermer la fenêtre des propriétés).



Ce style permet de choisir le dégradé de couleur utilisé pour étirer les valeurs.

Choisissez maintenant un mode d'interpolation **discret** au lieu de linéaire.



Appliquez les changements :

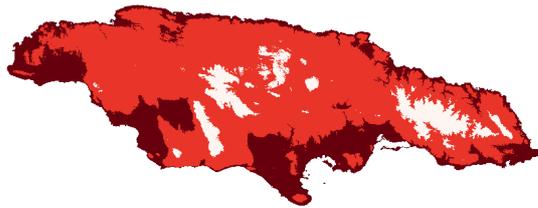
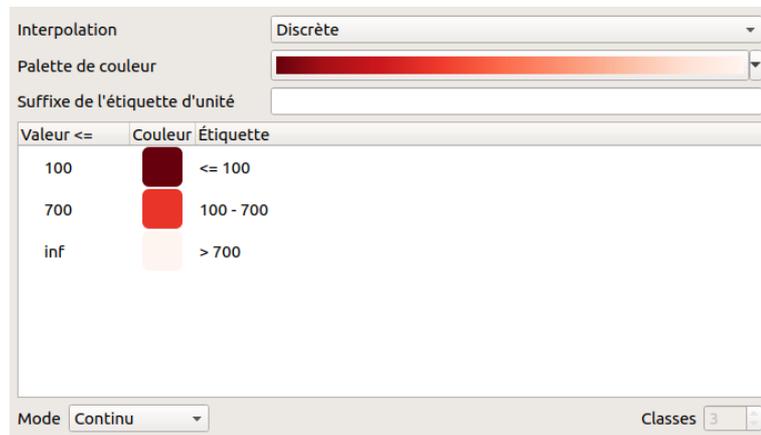


Les valeurs sont maintenant représentées par classes.

Il est possible de modifier les classes, soit de manière automatique en choisissant le mode **intervalle égal** ou **quantile** et le nombre de classes, sous le tableau des valeurs, soit à la main en double-cliquant sur une valeur dans le tableau.

Pour en savoir plus sur les méthodes de discrétisation : voir notamment [ici \[7\]](#).

Par exemple, modifiez les classes pour faire apparaître les pixels de valeur inférieure à 100 mètres, comprise entre 100 et 700 mètres et supérieure à 700 mètres :



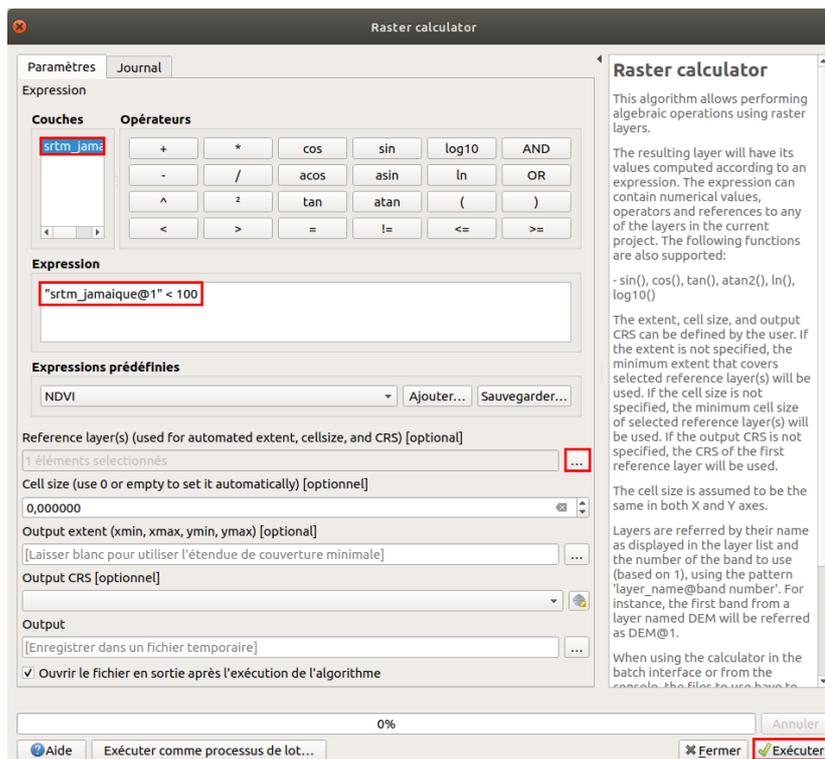
En modifiant le style des données, notamment en discrétisant les données et en faisant varier les classes, on peut avoir une meilleure idée du sujet étudié, ici l'élévation de la Jamaïque. C'est une première approche !

Manipuler les données : extraction de valeurs

Admettons maintenant que l'étape précédente nous ait permis de décider qu'on souhaite s'intéresser uniquement à la zone inférieure à 100 mètres d'altitude.

Comment faire pour obtenir un nouveau raster, où les pixels d'élévation inférieure à 100 mètres ont une valeur de 1 et les autres une valeur de 0 ? Une telle couche pourra servir par exemple de masque, ou bien pour ne garder que les valeurs d'un raster portant sur un autre thème de la zone inférieure à 100 mètres.

Rendez-vous dans la boîte à outils → Analyse raster → Raster calculator :



Cet outil permet d'effectuer des calculs sur des rasters, par exemple soustraire un raster à un autre. Nous l'utiliserons ici pour obtenir un raster où les pixels d'élévation inférieure à 100 mètres ont une valeur de 1 et les autres une valeur de 0.

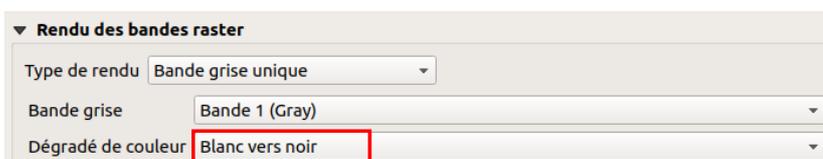
- Dans la partie **Couches** en haut à gauche, double-cliquez sur **srtm_jamaïque** pour faire apparaître le nom de la couche dans la partie **Expression** en-dessous
- Complétez l'expression en rajoutant à la main **< 100** : l'expression complète est donc **"srtm_jamaïque@1" < 100**
- Dans la partie **Reference Layer(s)**, cliquez sur le bouton ... à droite et sélectionnez la couche **srtm_jamaïque**, pour que le raster créé ait la même emprise, résolution et CRS

Exécutez... Le nouveau raster (temporaire) est ajouté.

Comment l'expression **"srtm_jamaïque@1" < 100** nous permet-elle d'obtenir le résultat souhaité ? Cette expression est évaluée pour chaque pixel, le résultat est soit vrai (1) soit faux (0).

Contrairement à ce à quoi on aurait pu s'attendre, on peut voir en noir les valeurs supérieures à 100 mètres. Cependant, en interrogeant le raster avec l'outil d'identification on peut voir que les pixels qui avaient une élévation < 100 mètres ont maintenant une valeur de 1, et les autres 0.

Il est facile de changer le mode de représentation, par exemple dans les **propriétés** → **Symbologie** → **Dégradé de couleur** : choisir **Blanc vers noir** au lieu de Noir vers blanc.



Cette couche pourra servir par exemple de masque, telle quelle ou bien en la transformant en couche vecteur au moyen de l'outil Polygoniser.

Exemples d'opérations sur des données d'altitude

Il existe un certain nombre d'opérations proposées par les logiciels SIG sur les rasters d'altitude, par exemple la création de courbes de niveau, d'ombrage, de pente... Nous verrons ici 2 exemples, sur les courbes de niveau et le calcul de pente.

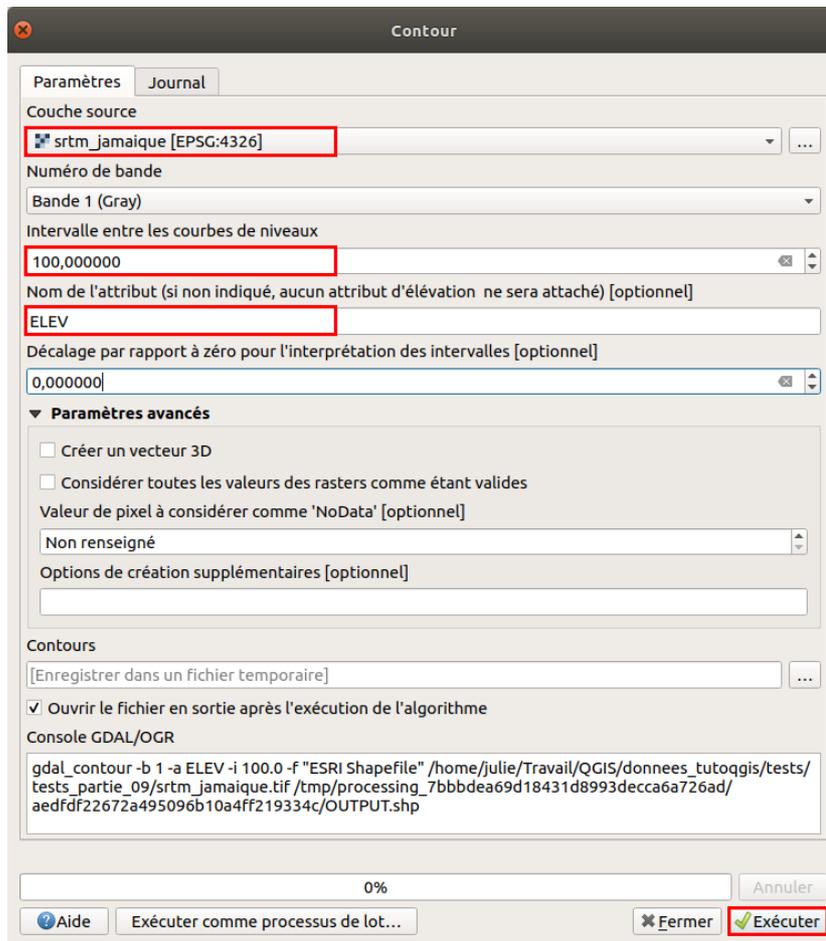
Création de courbes de niveau

Les courbes de niveau sont des lignes imaginaires joignant tous les points situés à la même altitude. Nous allons créer des courbes de niveau distantes de 100 mètres à partir du MNE de la Jamaïque.



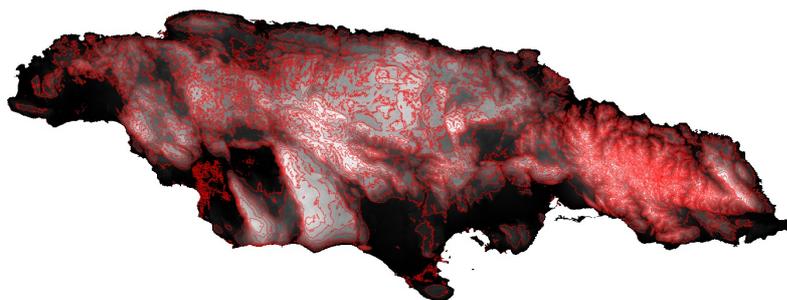
Un extrait de carte avec des courbes de niveau (Source : [Wikimedia \[? \]](#))

Rendez-vous dans la boîte à outils → GDAL → Extraction raster → Courbe de niveau (dans les versions précédentes de QGIS, cet outil peut se nommer *contour*) :



- Couche source : sélectionnez **srtm_jamaïque**
- Intervalle entre les courbes de niveaux : tapez **100** pour un intervalle de 100 mètres
- **Nom de l'attribut** : il s'agit du nom du champ qui contiendra l'altitude de la courbe. Vous pouvez laisser la valeur par défaut **ELEV**, ou bien taper le nom de votre choix

Cliquez sur **Exécuter** :

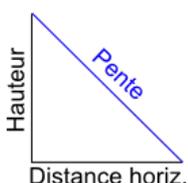


	ID	ELEVATION
0	0	0.000
1	1	100.000
2	2	100.000
3	3	100.000

Une couche de lignes a été créée. Chaque ligne possède en attribut son élévation, qui varie ici de 0 à 2200 mètres.

Projection d'un raster

Il est également possible de créer à partir d'un raster d'altitude un raster de pente : chaque pixel aura la valeur de la pente en ce point. Pour en savoir plus sur la manière dont est calculée la pente, vous pouvez vous référer à [l'aide d'ArcGIS](#) sur ce point.



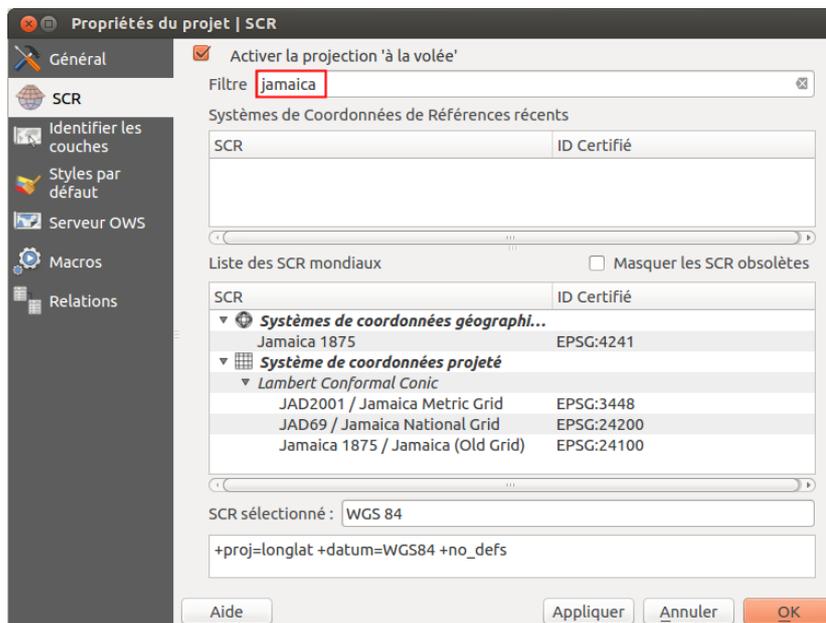
La pente est calculée en fonction de la distance horizontale et de la hauteur. Dans notre cas, la hauteur est en mètres, et la distance horizontale en degrés. Les deux unités étant différentes, le calcul de pente donnera des valeurs aberrantes.

La première étape est donc de **projeter notre raster, pour obtenir des unités identiques verticalement et horizontalement.**

Quelle projection utiliser pour notre raster ?

En règle générale, il y a deux possibilités quand on cherche une projection pour un pays : utiliser une projection nationale, ou bien une [projection UTM](#).
Pour savoir s'il existe dans QGIS des projections nationales pour la Jamaïque, vous pouvez faire une recherche dans les SCR proposés.

 Rendez-vous dans les propriétés du projet, rubrique SCR, par exemple en cliquant sur l'icône de sphère tout en bas à droite de la fenêtre de QGIS :



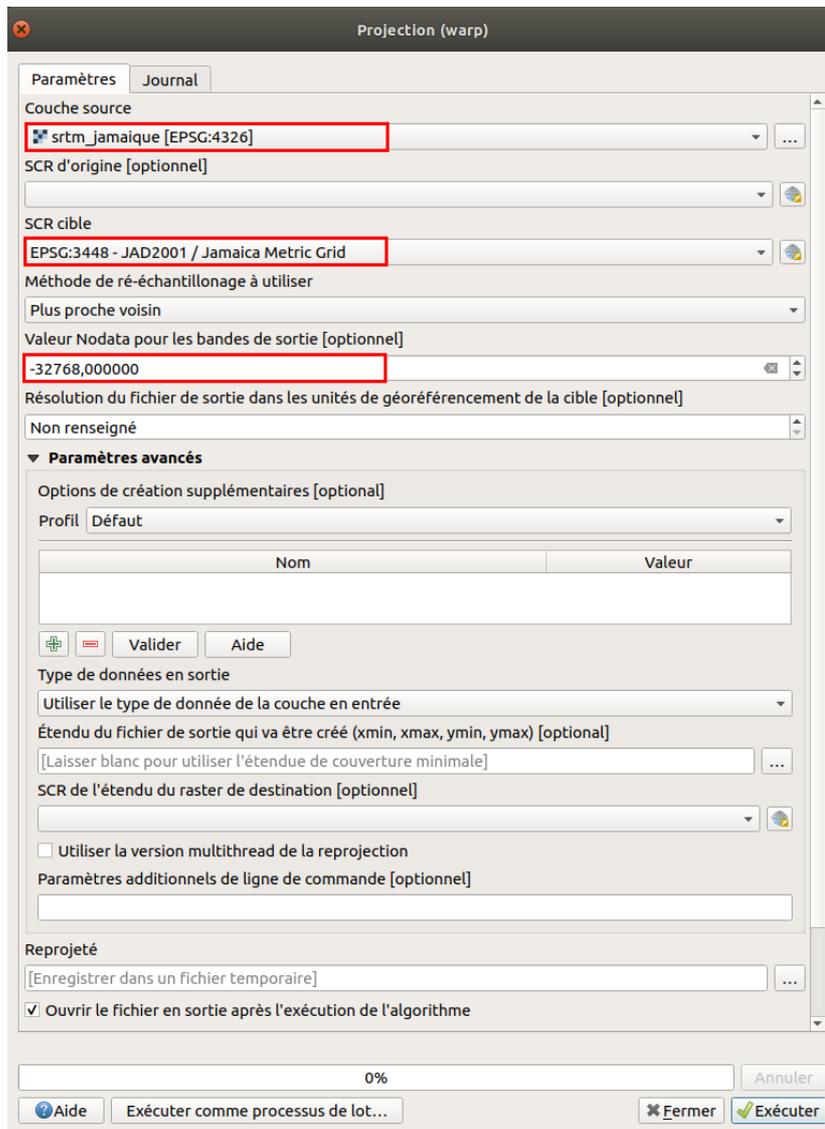
Tapez **jamaica** dans la rubrique **Filtre** : plusieurs réponses sont proposées, dont 3 SCR projetés. Une rapide recherche internet semble indiquer que le SCR **JAD2001** est le plus récent (source : <http://www.jamaicancaves.org/jad2001.htm> [↗]). C'est donc ce SCR que nous utiliserons.

Sélectionnez **JAD2001 (code EPSG:3448)** et cliquez sur **OK**.

Nous venons de changer le SCR du projet, mais pas celui de notre raster (pour rappel, voir [ici](#)).

Une étape préliminaire avant de projeter le raster : ouvrez les propriétés du raster, rubrique **Information**, sous-rubrique **Bandes**, recherchez **Aucune valeur de données**. Vous devriez avoir -32768, notez cette valeur. C'est celle utilisée pour les pixels « sans valeur » (qui ont donc en réalité la valeur -32768), en-dehors de l'île.

Ensuite, pour changer le SCR du raster : Boîte à outils → GDAL → Projections raster → Projection (warp) :



- Couche source : sélectionnez **srtm_jamaïque** dans la liste
- SCR cible : cliquez sur le bouton à droite pour rechercher le SCR **JAD2001 code EPSG:3448**
- Valeur Nodata : tapez la **valeur des pixels sans données** : **-32768**
- Laissez tous les autres paramètres par défaut, cliquez sur **Exécuter**.

Patiencez... La nouvelle couche est ajoutée, vous pouvez vérifier dans ses propriétés (rubrique Source) que son SCR soit bien le JAD2001.

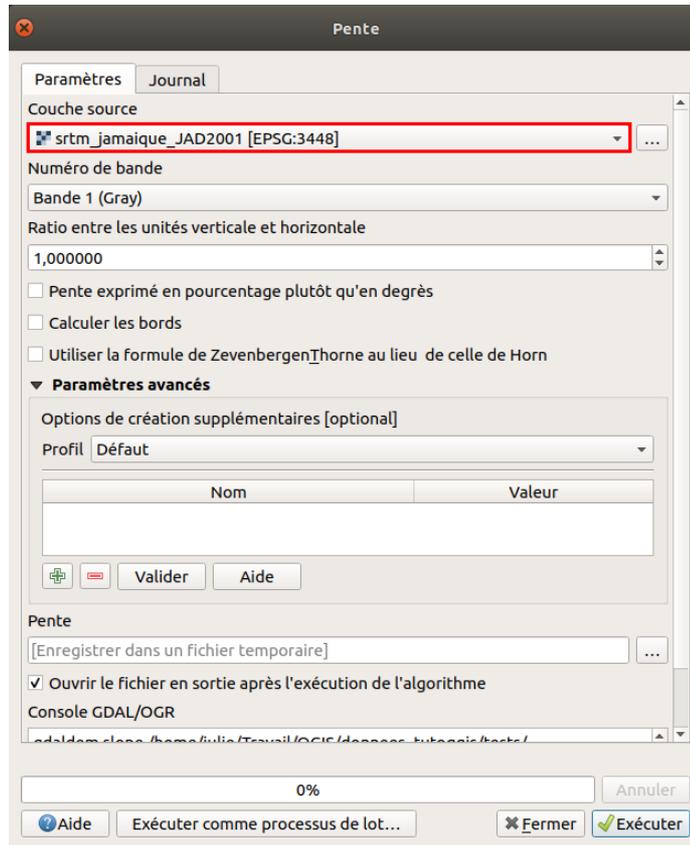


Il semblerait qu'il ne soit plus utile de préciser la valeur NoData, celle-ci étant automatiquement lue dans les propriétés du raster en entrée !

Supprimez les autres couches, pour ne garder dans le projet que la couche **srtm_jamaïque_JAD2001**.

Calcul de pente à partir du raster projeté

Rendez-vous dans la boîte à outils → GDAL → Analyse raster → Pente :



- Couche source : sélectionnez **srtm_jamaïque_JAD2001**
- Laissez les autres paramètres par défaut (pour plus d'infos sur les méthodes de Zevenberger & Thorne et Horn : <http://www.macauley.ac.uk/LADSS/documents/DEMs-for-spatial-modelling.pdf> [↗], pp. 12 et 13).

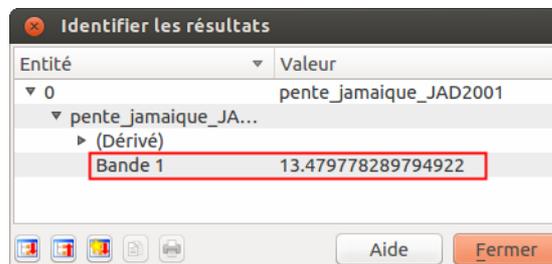
Cliquez sur **Exécuter**, patientez... la couche s'affiche :



Ici, les pixels sombres représentent des pentes faibles et les pixels clairs de fortes pentes.



En cliquant sur un pixel avec l'outil **Identifier les entités**, vous pouvez connaître la valeur de la pente pour ce pixel :



Ici, le pixel a une pente de 13,5° environ.

Il existe beaucoup d'autres traitements possibles sur les données raster. Mais pourquoi toujours opposer raster et vecteur ? Dans le prochain chapitre, découvrez comment les faire fonctionner main dans la main !

IX.3 Analyse spatiale : croisement de données vecteur et raster

Préparation des données : un seul SCR pour tous
Attribuer à chaque point une valeur d'élévation

Pour compléter ce chapitre, voici un exemple d'analyse mettant en jeu données vecteur et raster : en partant d'une couche de pente, et d'une couche de points représentant des échantillons, nous allons calculer la valeur de la pente pour chacun des échantillons.

Préparation des données : un seul SCR pour tous

Ouvrez un nouveau projet QGIS, ajoutez-y la couche **srtm_21_09.tif**.

Ajoutez également la couche **echantillons_jamaïque_JAD2001** fournie dans le dossier **TutoQGIS_09_AnalyseSpat/donnees**. Cette couche correspond à la localisation de points d'études imaginaires.

- ▶ Dans quel(s) SCR sont ces deux couches ?

On peut lire le SCR dans les propriétés de la couche, rubrique Source :

srtm_21_09.tif → WGS84 EPSG:4326

echantillons_jamaïque_JAD2001 → JAD2001 EPSG:3448

- ▶ Comment vous-y prendriez-vous pour passer ces deux couches dans le même SCR ?

Il est possible soit de changer le SCR du raster, soit de changer le SCR du vecteur. Néanmoins, le temps de calcul est généralement moins long lorsqu'il s'agit de modifier le SCR d'une couche vecteur, en particulier pour une couche de points.

Modifiez le SCR de la couche **echantillons_jamaïque_JAD2001** vers le **WGS84 EPSG:4326**. Nommez la nouvelle couche **echantillons_jamaïque_WGS84**.

Supprimez de QGIS **echantillons_jamaïque_JAD2001**.

Votre projet QGIS doit contenir uniquement les 2 couches **echantillons_jamaïque_WGS84** et **srtm_21_09**. Vérifiez qu'elles sont toutes deux en WGS84.

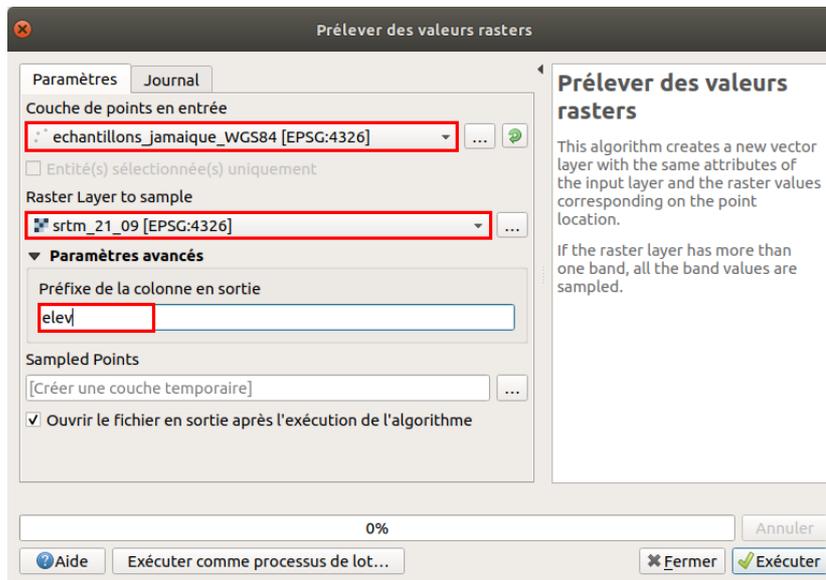
Nous avons vu qu'il n'est pas toujours nécessaire de travailler avec des couches dans le même SCR, certains outils acceptant de croiser 2 couches dans 2 SCR différents. Cependant, cela reste une bonne pratique et peut éviter des problèmes !

Attribuer à chaque point une valeur d'élévation

Comment faire pour donner à chacun des points sa valeur d'élévation ? Il faut pour cela attribuer à chaque point la valeur du pixel qui le recouvre.

Une recherche dans la boîte à outils, rubrique Analyse Raster, permet de découvrir l'outil **Prélèvement des valeurs rasters vers ponctuels** qui semble correspondre à ce que l'on cherche.

Boîte à outils → Analyse raster → Prélèvement des valeurs rasters vers ponctuels



- Couche de points en entrée : **echantillons_jamaïque_WGS84**
- Raster layer to sample : **srtm_21_09**
- Préfixe de la colonne en sortie : vous pouvez taper par exemple **elev**
- Laissez l'option de sortie par défaut, pour créer une couche temporaire

Ici, notre raster ne possède qu'une seule bande. Certains raster en possèdent plusieurs, c'est le cas par exemple des images satellites qui ont différentes bandes pour le vert, le rouge, l'infrarouge etc.

Cet outil ajoutera autant de colonnes à la table de la couche de points que de bandes dans le raster. Ces champs auront en suffixe le numéro de bande (1, 2...), auquel il est donc possible de rajouter un préfixe.

Ici, le nouveau champ sera donc nommé elev1.

Cliquez sur **Exécuter**, la couche temporaire est ajoutée et se nomme **Sampled Points**. Elle possède les mêmes géométries que la couche de points en entrée, et une colonne de plus dans sa table.

Ouvrez sa table attributaire pour le vérifier : une colonne **elev1** a été ajoutée, où l'élévation de chaque point est renseignée.

Sampled Points :: Total des entités: 22, filtrées: 22, sélectionnées: 0			
	fid	id	elev_1
1	6	17	1039
2	5	18	758
3	4	19	1211
4	3	20	438
5	2	21	317
6	1	22	168
7	22	1	422
8	21	2	851
9	20	3	446
10	19	4	444
11	18	5	287
12	17	6	180
13	16	7	666
14	15	8	524

Attention toutefois, la résolution des données d'élévation est de 90 mètres : si les points représentent une location précise par exemple au mètre près, l'élévation que nous leur avons attribué n'aura pas cette précision.

Nous avons vu ici un exemple très simple montrant qu'on peut croiser données vecteur et raster. Il est également possible de **transformer des données vecteur en raster (rastérisation) et inversement (polygonisation)**.

Par exemple, on peut vouloir rasteriser une série de couches vecteurs surfaciques pour pouvoir les additionner facilement, ou bien vectoriser une couche raster représentant des zones pour pouvoir y affecter des données attributaires...

Chaque type de données a une utilisation différente, mais il est utile de garder à l'esprit que les 2 existent !

IX.4 Un exemple d'application : créer un maillage

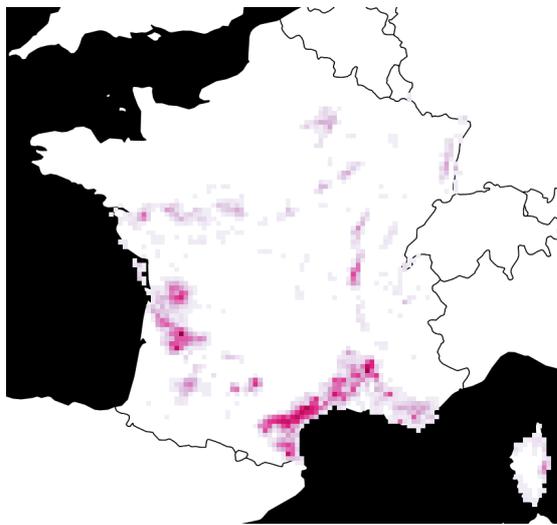
Principe
Création d'une grille
Union !
Recalcul de la surface
Agrégation des données par maille
Rastérisation

Pour finir cette partie sur l'analyse spatiale, voici un exemple d'application mettant en jeu plusieurs notions. Il s'agira ici, à partir de données [Corine Land Cover \[?\]](#) d'occupation du sol, de **créer un maillage sous forme de grille à l'échelle de la France métropolitaine, avec pour chaque case de cette grille la surface en vignes.**

Les mailles sont beaucoup utilisées dans différents domaines, par exemple pour étudier la répartition des espèces en écologie. Cette méthode permet de créer des représentations facilement comparables, et de travailler à différentes échelles en faisant varier la taille des mailles.

Nous verrons d'abord comment réaliser cela avec les outils QGIS, puis dans le [chapitre suivant](#) comment automatiser cette tâche avec le langage SQL, afin de pouvoir facilement reproduire ce traitement sur d'autres données, avec une autre taille de grille...

...Et pour tirer partie de cette automatisation, nous finirons en [soustrayant 2 maillages](#) afin de voir l'évolution de la surface en vignes entre 2 dates.



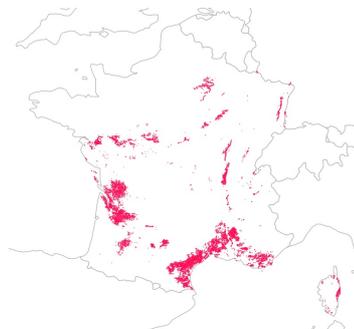
Un exemple de résultat avec une taille de maille de 10km

Pour ce chapitre et le suivant, vous pouvez soit [télécharger les données Corine Land Cover \[?\]](#) : [Données Métropole 2000 \[?\]](#) puis les filtrer pour ne garder que les vignes, comme détaillé dans le tutoriel, ou bien utiliser les [données en téléchargement déjà filtrées](#) (pour un téléchargement moins lourd).

Principe

Pour bien comprendre la manip, nous allons commencer par créer un maillage en utilisant les outils QGIS.

Nous partirons des données Corine Land Cover (CLC) d'occupation du sol, en filtrant les données pour ne garder que celles correspondant au vignoble :

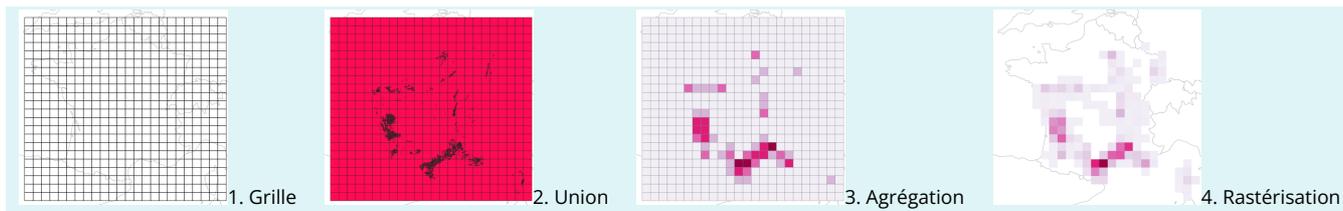


Nous passerons ensuite par 4 étapes :

1. **Créer une grille** sur l'emprise de la couche de départ, avec une taille de maille définie, par exemple 50 km
2. Réaliser une **union** entre la couche d'occupation du sol et la grille, pour découper les données par les cases de la grille
3. **Agréger** les données par maille, en calculant pour chaque maille la surface totale en vignes

4. **Rastériser** le résultat, ce qui sera utile pour par exemple soustraire 2 maillages l'un à l'autre

Avec une grille de résolution 50 km :



Si ça n'est pas clair, ne vous inquiétez pas, tout devrait s'éclaircir par la pratique !

Création d'une grille

Première étape : créer une grille. Elle devra avoir la même emprise que la couche de départ, et pour que les temps de calcul soient raisonnables nous utiliserons une taille de maille de 50 km.

Ouvrez un nouveau projet QGIS, chargez la couche shapefile [CLC00_FR_RGF \[↗\]](#) ou bien [CLC00_221_FR_RGF](#) (données déjà filtrées pour ne garder que les vignes).

Vous pouvez également charger la couche de pays [ne_50m_admin_0_countries](#) qui nous aidera à nous repérer.

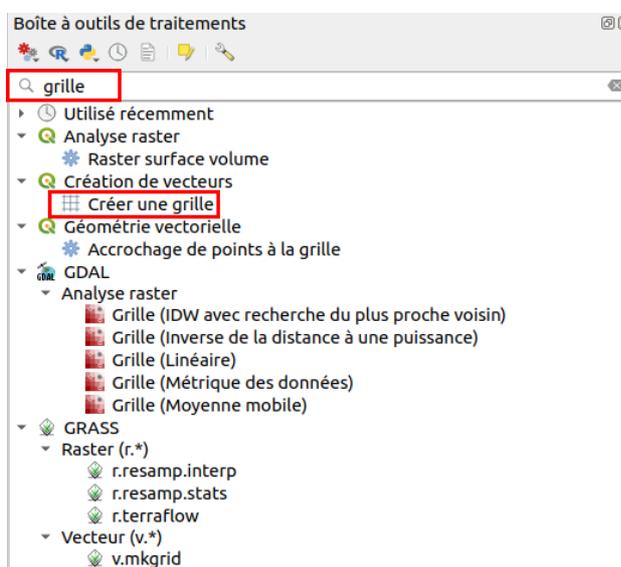
Pour comprendre les données CLC, ouvrez la table attributaire, qui comporte 3 champs :

- **CODE_00** correspond au type d'occupation du sol. Pour connaître la signification des codes, lisez le fichier [CLC_nomenclature.xls](#) dans le dossier [TutoQGIS_09_AnalyseSpat/metadonnees](#).
- **AREA_HA** correspond à la surface en hectares (1 ha = 10 000 m²)
- et **ID** est un champ d'identifiant unique

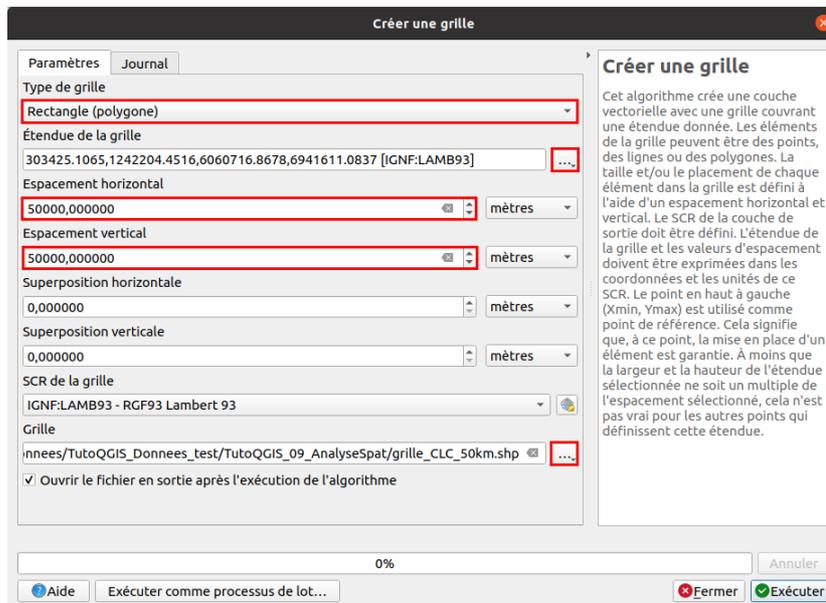
► Quel est le CRS de cette couche ? (réflexe !!!)

Le SCR de cette couche est **IGNF:LAMB93** équivalent au RGF93/Lambert93 code EPSG 2154.

Laissons de côté ces données pour le moment, et créons la grille. Pour cela, ouvrez la boîte à outils et faites une recherche sur le mot **grille** :

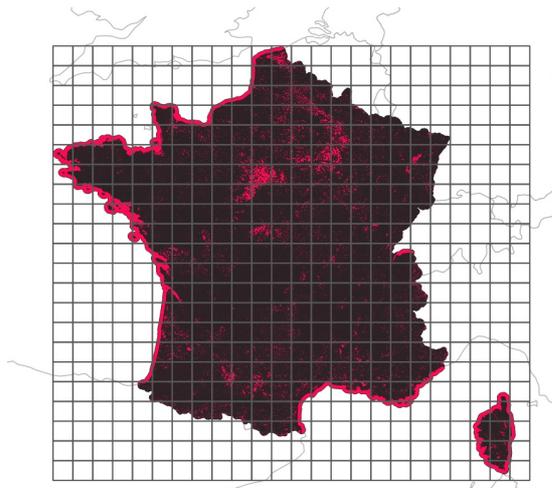


Double-cliquez sur l'outil **Créer une grille** dans la rubrique **Création de vecteurs**.



- **Type de grille** : choisir **rectangle** (et notez au passage qu'on peut également créer des mailles hexagonales)
- **Étendue de la grille** : cliquez sur le bouton ... tout à droite → **Calculer depuis la couche** → **CLC00_FR_RGF**
- **Espacement horizontal et vertical** : puisque nous voulons une taille de maille de 50 km et que nos données sont dans un SCR projeté, donc en mètres, tapez **50 000** pour ces 2 paramètres
- **Grille** : cliquez sur le bouton ... à droite pour spécifier l'emplacement et le nom de la grille qui sera créée → Enregistrer vers un fichier ou dans un GeoPackage, et nommez-la par exemple **grille_CLC_50km**

Cliquez sur **Exécuter** : la grille est automatiquement ajoutée à QGIS.



Ouvrez la table attributaire de la grille :

grille_CLC_50km — Total des entités: 528, Filtrées: 528, Sélectionnées: 0

	id	left	top	right	bottom
1	1	88812,008...	7120815,6...	138812,00...	7070815,6...
2	2	88812,008...	7070815,6...	138812,00...	7020815,6...
3	3	88812,008...	7020815,6...	138812,00...	6970815,6...
4	4	88812,008...	6970815,6...	138812,00...	6920815,6...
5	5	88812,008...	6920815,6...	138812,00...	6870815,6...

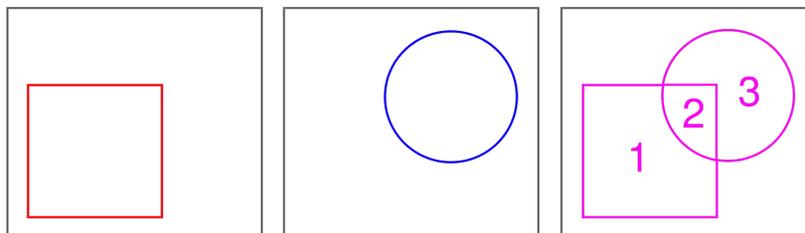
La table comporte un champ d'identifiant unique, et 4 champs correspondant aux coordonnées minimales et maximales de chaque case. Les cases sont numérotées de haut en bas et de gauche à droite.

Notre but est de récupérer pour chaque case la surface en vigne correspondante. Nous allons voir maintenant que pour cela, l'union fait la force ! (et l'agrégation aussi).

Union !

Qu'est-ce que l'union ? Il s'agit d'une opération du même type que l'intersection, mettant en jeu 2 couches. A la différence de l'intersection où seules les parties communes aux 2 couches sont gardées, on récupère après une union les parties communes mais aussi les parties présentes dans une seule des couches.

La couche résultat est une couche « à plat », sans superposition.



Union : couche en entrée 1, couche en entrée 2 et couche résultat : elle contient 3 polygones distincts, sans superposition.

Notre but sera ici de faire une union entre la grille et les données CLC sur la vigne. La première étape sera de ne garder que les données CLC qui nous intéressent.

Cette étape n'est pas nécessaire si vous utilisez la couche [CLC00_221_FR_RGF](#) disponible en téléchargement.

Il existe plusieurs possibilités pour cela, on pourrait par exemple sélectionner les vignes avec une requête attributaire puis exporter la sélection pour en faire une nouvelle couche.

Pour changer un peu, nous allons ici [filtrer](#) les données, ce qui permet de n'afficher que les données répondant à un critère, à la fois dans la table et sur la carte.

Quelle que soit la méthode choisie, l'important est de garder les données originales, pour pouvoir y revenir en cas de besoin !

Il faut d'abord rechercher quel est le code correspondant au vignoble : ouvrez le fichier [CLC_nomenclature.xls](#) dans le dossier [TutoQGIS_09_AnalyseSpat/metadonnees](#).

Recherchez le code correspondant au vignoble :

	A	B	C	E
1	code_clc_niveau_4	libelle_fr	libelle_en	couleur
2	1110	Tissu urbain continu	Continuous urban fabric	red
3	1120	Tissu urbain discontinu	Discontinuous urban fabric	orange
4	1210	Zones industrielles ou commerciales et zones	Industrial or commercial units and public facilities	yellow
5	1220	Réseaux routier et ferroviaire et espaces	Road and rail networks and associated land	green
6	1230	Zones portuaires	Port areas	purple
7	1240	Aéroports	Airports	blue
8	1310	Extraction de matériaux	Mineral extraction sites	light blue
9	1320	Décharges	Dump sites	dark blue
10	1330	Chantiers	Construction sites	light green
11	1410	Espaces verts urbains	Green urban areas	yellow-green
12	1420	Equipements sportifs et de loisirs	Sport and leisure facilities	light yellow
13	2111	Terres arables hors périmètres d'irrigation	Non-irrigated arable land	yellow
14	2112	Canne à sucre	Sugar cane	orange
15	2120	Périmètres irrigués en permanence	Permanently irrigated land	light green
16	2130	Rizières	Rice fields	yellow
17	2210	Vignobles	Vineyards	orange
18	2221	Vergers et petits fruits	Fruit trees and berry plantations	light green
19	2222	Bananaïes	Banana plantations	yellow
20	2223	Palmeraies	Palm groves	yellow

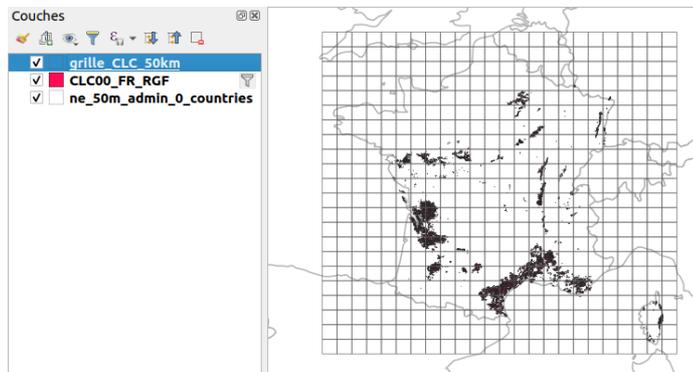
Il s'agit du code **2210**.

Clic-droit sur la couche [CLC00_FR_RGF](#) → **Filtrer...** :

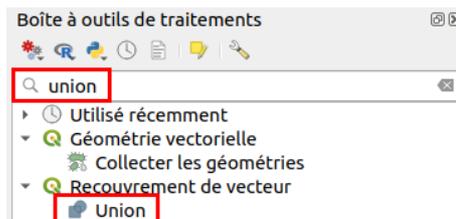
Utilisez l'expression "**CODE_00**" = '221' pour ne garder que les entités ayant pour valeur 221 pour le champ CODE_00, qui correspondent donc aux vignes.

Si besoin référez-vous [ici](#) !

A ce stade, votre projet doit donc ressembler à ceci :



Nous pouvons maintenant procéder à l'union. Comme d'habitude, pour trouver l'outil adéquat, utilisez la barre de recherche de la boîte à outils avec le mot **union** :



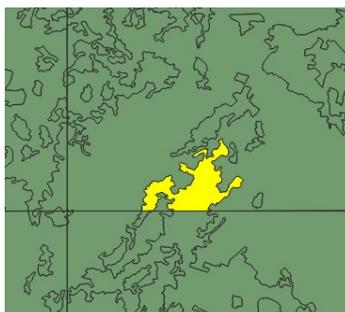
Double-cliquez sur **Union** dans la rubrique **Recouvrement de vecteur** :



- Couche source et couche de superposition : choisissez **grille_CLC_50km** et **CLC00_FR_RGF**. Il est possible de choisir l'une ou l'autre des couches en premier, seul l'ordre des champs changera dans la table attributaire.
- Union : cliquez sur le bouton ... à droite, et enregistrez le résultat au format shapefile ou GeoPackage. Nommez-le par exemple **union_grille50km_CLC**.

Exécuter, patientez...

Vous pouvez vérifier dans le résultat que l'union a bien été exécuté, les vignobles ayant été découpés selon les cases de la grille :



Ouvrez la table attributaire :

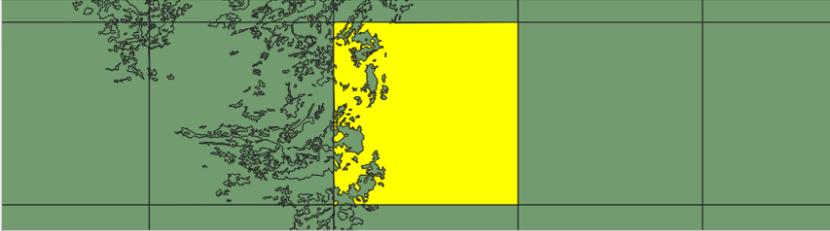
union_grille50km_CLC — Total des entités: 5069, Filtrées: 5069, Sélectionnées: 1								
	id	left	top	right	bottom	ID_2	CODE_00	AREA_HA
1	168	438812,00...	6470815,6...	488812,00...	6420815,6...	FR-197580	221	99,367530...
2	168	438812,00...	6470815,6...	488812,00...	6420815,6...	FR-196948	221	178,01002...
3	168	438812,00...	6470815,6...	488812,00...	6420815,6...	FR-197917	221	40,881623...
4	168	438812,00...	6470815,6...	488812,00...	6420815,6...	FR-197873	221	37,330883...

Les champs des 2 couches en entrée sont présents.

Recalcul de la surface

Notre but étant de calculer la surface en vigne par maille, nous allons mettre à jour le champ AREA_HA. En effet, les valeurs contenues dans ce champ correspondent à la surface des polygones avant découpage et ne sont donc pas à jour.

Il faut donc recalculer la surface de chaque polygone, et mettre une surface nulle pour les polygones ne correspondant pas à la vigne (sélectionné en jaune ci-dessous par exemple) :

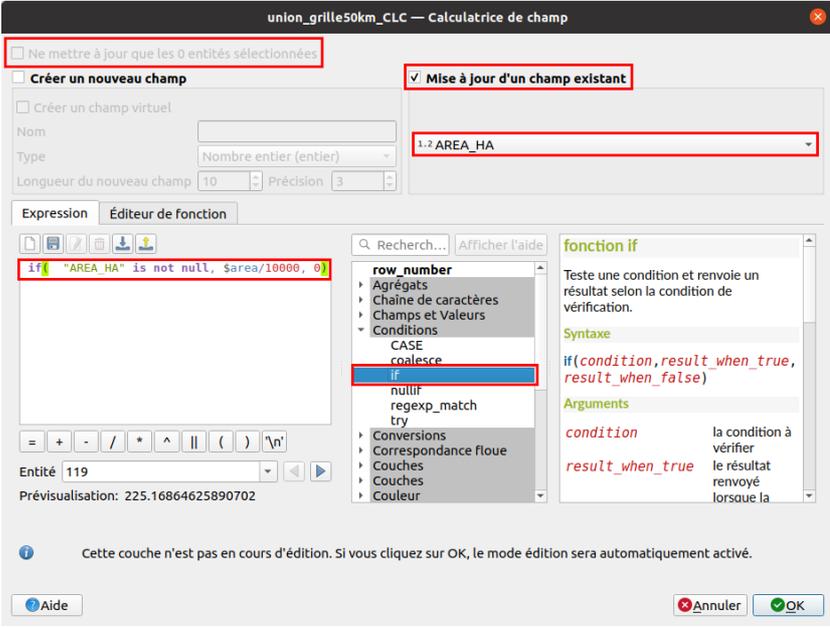


union_grille50km_CLC — Total des entités: 5069, Filtrées: 5069, Sélectionnées: 1								
	id	left	top	right	bottom	ID_2	CODE_00	AREA_HA
4823	282	688812,00...	6270815,6...	738812,00...	6220815,6...	NULL	NULL	0
4824	283	688812,00...	6220815,6...	738812,00...	6170815,6...	NULL	NULL	0

Ces polygones étaient présent uniquement dans la couche de grille, ils n'ont donc pas reçu d'attributs de la couche de vignes : **les champs ID_2, CODE_00 et AREA_HA ont une valeur nulle.**

Il serait possible de sauter cette étape et de recalculer la surface à partir de l'outil d'agrégation. Mais pour plus de clarté nous séparerons les 2 étapes !

Passer en **mode édition** pour la couche d'union, et ouvrez la **calculatrice de champ** à partir de la table attributaire :



union_grille50km_CLC — Calculatrice de champ

Ne mettre à jour que les 0 entités sélectionnées

Créer un nouveau champ

Mise à jour d'un champ existant

Nom: []

Type: Nombre entier (entier)

Longueur du nouveau champ: 10 Précision: 3

Expression: `if ("AREA_HA" is not null, $area/10000, 0)`

Entité: 119

Prévisualisation: 225.16864625890702

Cette couche n'est pas en cours d'édition. Si vous cliquez sur OK, le mode édition sera automatiquement activé.

Aide Annuler OK

- Vérifiez que la case **Ne mettre à jour que les entités sélectionnées** tout en haut soit décochée (elle est désactivée si aucune entité n'est sélectionnée)
- Cochez la case **Mise à jour d'un champ existant** en haut à droite...
- et choisissez le champ en question dans la liste en-dessous : **AREA_HA**
- Nous allons utiliser une fonction conditionnelle pour ne calculer la surface que pour les polygones de vignes, c'est-à-dire dont la valeur pour le champ AREA_HA n'est pas nulle. Nous utiliserons donc la fonction **if** (rubrique Conditions) dont vous pouvez lire l'aide.

- L'expression est donc la suivante : **if("AREA_HA" is not null, \$area/10000, 0)**. Cela signifie que si le champ AREA_HA n'a pas de valeur nulle, il sera recalculé selon l'expression **\$area/10000**, c'est-à-dire la surface en hectares, et sinon il prendra la valeur zéro.

Cliquez sur **OK**, vérifiez le résultat dans la table attributaire, et **quittez le mode édition** en enregistrant les modifications.

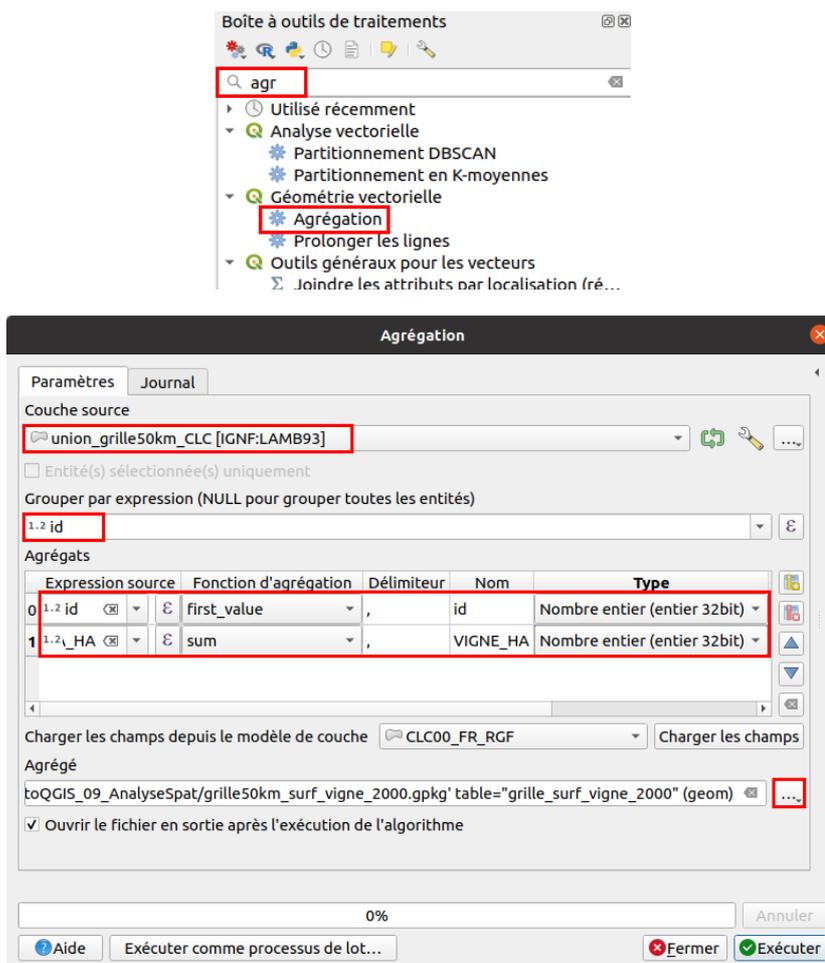
Il ne nous reste plus qu'à agréger cette surface par maille !

Agrégation des données par maille

Cette opération consiste à **additionner les surfaces en vignes par maille pour récupérer la surface totale en vigne pour chaque maille**. La couche résultat aura donc la même géométrie que la grille, mais avec en attribut pour chaque case la surface en vigne.

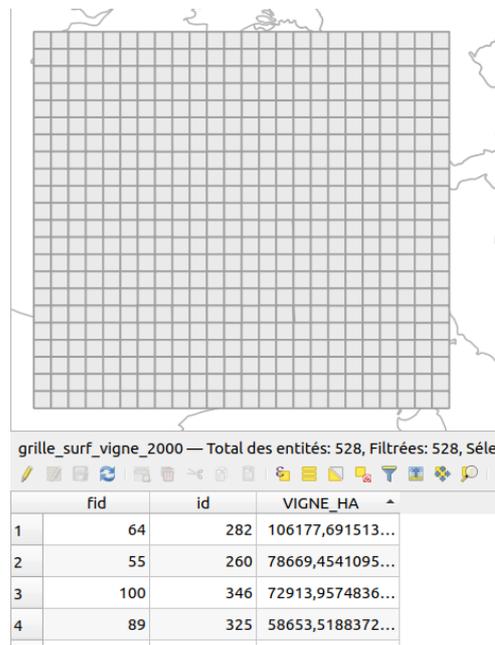
Pour le logiciel, cette opération correspond à **fusionner toutes les entités ayant la même valeur pour le champ id** (identifiant de la maille) en **récupérant pour les entités fusionnées la somme des valeurs du champ AREA_HA** (surface en vignes).

L'outil permettant cela se nomme **agrégation** :



- Couche source : votre couche d'union
- Grouper par expression : les entités ayant la même valeur pour le champ choisi ici seront fusionnées, choisir le champ **id** correspondant à l'identifiant unique des cases de la grille
- Agrégats : on peut définir dans cette partie quels champs garder, et pour ceux-ci quelle fonction d'agrégation utiliser. On peut par exemple :
 - supprimer les champs **left, top, right, bottom** issus de la grille, et **ID_2 et CODE_00** issus de la couche CLC, puisqu'ils ne nous seront pas utiles
 - garder le champ **id** (identifiant de la grille), avec la fonction d'agrégation **first value** : l'entité fusionnée aura la première valeur rencontrée pour ce champ (sachant que de toute manière toutes les valeurs seront égales puisqu'on fusionne selon ce champ)
 - garder le champ **AREA_HA** puisque c'est notre but, avec la fonction d'agrégation **sum** pour faire la somme de toutes les valeurs rencontrées pour une même case. Au passage, on en profite pour le renommer **VIGNE_HA** et en faire un champ de type **entier**, puisque les virgules à cette échelle n'auront pas vraiment de sens.
- Agrégé : comme d'habitude, cliquez sur ... tout à droite pour spécifier le nom et l'emplacement du résultat, au format GeoPackage ou shapefile.

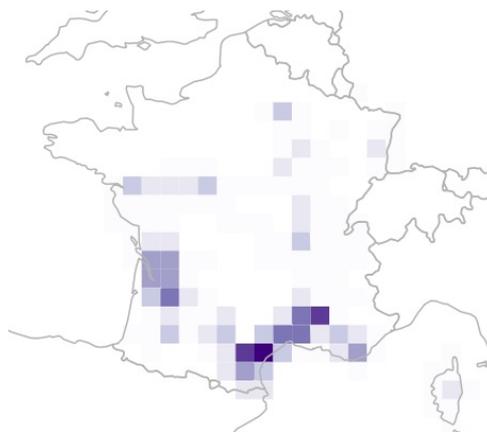
Exécuter, patientez... et admirez le résultat :



La couche a la même géométrie que notre grille, avec un champ supplémentaire indiquant pour chaque case la surface en vignes correspondante.

Selon que votre couche est au format GeoPackage ou non, un champ fid sera présent ou non.

En modifiant le style de cette couche, on peut avoir un aperçu de la répartition des vignes en France, par exemple avec un style gradué et 7 classes selon une discrétisation de Jenks , et en filtrant pour ne garder que les valeurs différentes de zéro :



Bien sûr, le résultat serait différent avec une autre taille de maille. La répartition n'est pas la même selon l'échelle à laquelle on travaille.

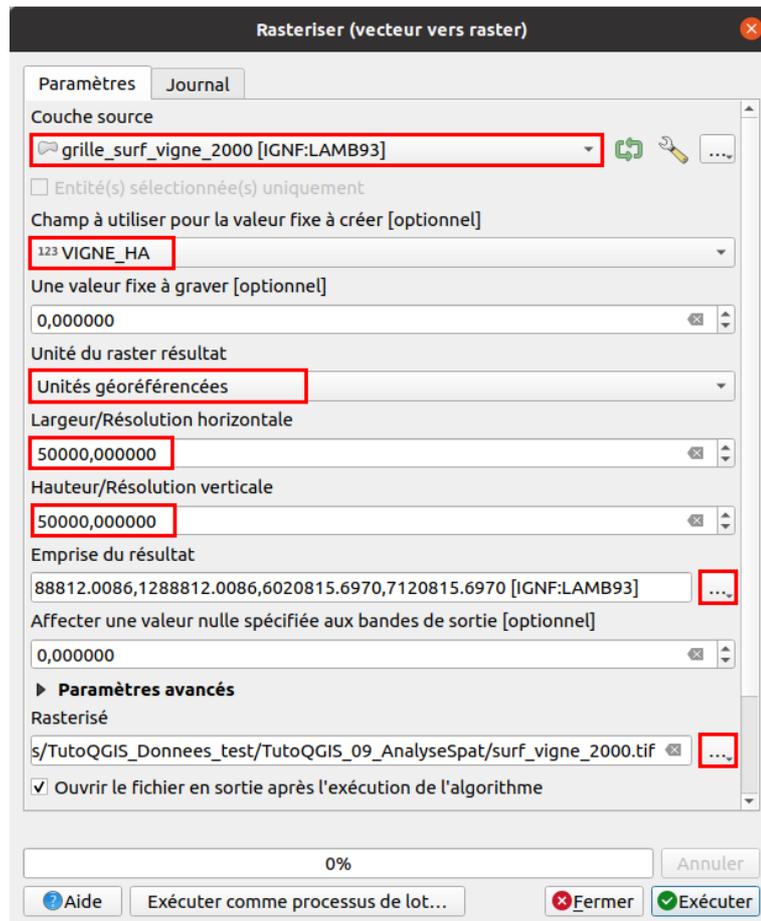
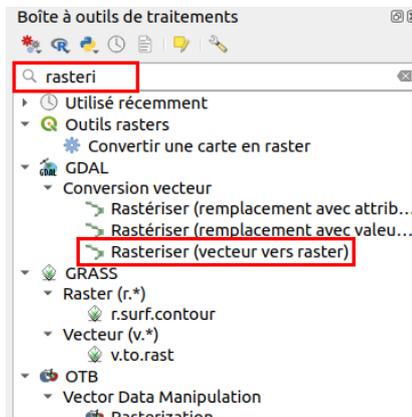
Rastérisation

On pourrait s'arrêter là... Mais nous allons faire une étape de plus, pour transformer notre couche de vecteur en couche raster, où 1 maille = 1 pixel.

Pourquoi cette opération ? Les données raster sont moins lourdes, et nous n'aurons pas de perte de précision puisque chaque maille correspondra à un pixel. Nous pourrions ensuite très facilement faire des opérations telles que soustraire 2 maillages pour 2 années différentes afin de voir l'évolution entre ces 2 années.

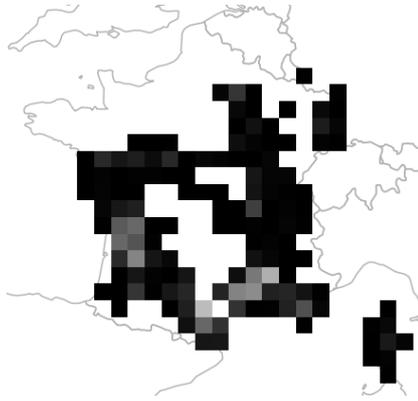
Un autre avantage, plus minime, est au niveau de la représentation : sur une couche vecteur, même avec aucun contour, ceux-ci sont toujours légèrement visibles, ce qui n'est pas le cas avec un raster.

Nous allons utiliser l'outil **rasteriser (vecteur vers raster)** de la boîte à outils :



- Couche source : il s'agit de la couche à rasteriser, ici notre couche issue de l'agrégation
- Champ à utiliser pour la valeur fixe à créer : choisissez ici le champ qui sera utilisé pour déterminer les valeurs des pixels, donc **VIGNE_HA**
- Unité du raster résultat : nous allons spécifier non pas un nombre de pixels en largeur et hauteur pour le futur raster, mais une taille de pixels en mètres, choisir donc **Unités géoréférencées**
- Largeur/Résolution horizontale et Hauteur/Résolution verticale : tapez la largeur et hauteur de chaque pixel en mètres, soit **50 000** puisque notre grille a une résolution de 50 km
- emprise du résultat : cliquez sur les ... à droite pour spécifier une couche modèle pour l'emprise du futur raster, par exemple la grille en entrée, ou la couche d'agrégation
- Rasterisé : spécifiez un nom et un emplacement pour le raster, ainsi que son format : **TIF**

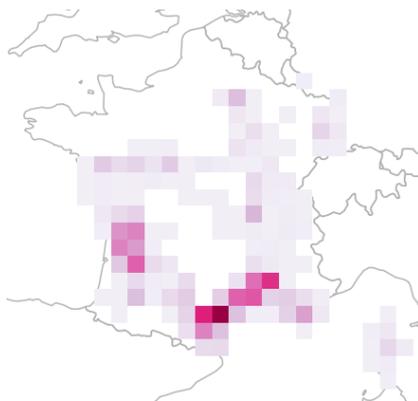
Par défaut, les valeurs égales à 0 ne sont pas représentées :



Ce comportement peut être modifié en allant dans les propriétés de la couche → Transparence et en décochant la case **Aucune valeur de données**.

Pour afficher la répartition des vignes, modifiez le style de la couche en choisissant le type de rendu **pseudo-couleur à bande unique**, par exemple avec une représentation en couleur continue :

Valeur	Couleur	Étiquette
17		17,0000
26557,25		26557,2500
53097,5		53097,5000
79637,75		79637,7500
106178		106178,0000



Avec cette représentation utilisant une interpolation linéaire, contrairement à ce que la fenêtre pourrait laisser croire, il n'y a pas de classes : chaque valeur correspond à une couleur unique, en étirant les couleurs de début et de fin du dégradé pour les faire correspondre aux valeurs minimales et maximales.

Bravo ! Vous êtes arrivés au résultat final !

Vous aurez remarqué que nous avons dû procéder en plusieurs étapes, avec pour chaque étape différents paramètres à spécifier. Si nous voulons relancer cette opération pour une autre couche en entrée, il va nous falloir tout recommencer. A moins que ?

IX.5 Un exemple d'application : dites-le avec du SQL !

Création d'une nouvelle base SpatialLite ou PostGIS

Création d'une base SpatialLite

Création d'une base PostGIS

Import de données dans SpatialLite ou PostGIS

Lancer une requête simple

Création d'une grille

Créer une grille avec SpatialLite

Créer une grille avec PostGIS

Union et agrégation

Évolution temporelle : soustraction de 2 maillages

Relancer l'opération sur les données Corine Land Cover 2012

Soustraire les 2 maillages 2012 et 2000

Comment faire pour automatiser les opérations réalisées au [chapitre précédent](#), afin de pouvoir rendre le processus plus reproductible ?

Une première solution serait d'utiliser un **modèle**. Nous ne verrons pas ici le pas à pas pour créer le modèle en question, mais vous pouvez essayer vous-même en vous référant [ici](#) !

Une autre solution pour automatiser ce traitement est d'utiliser des requêtes SQL. Il s'agit d'une partie « pour aller plus loin », d'un niveau plus avancé, et vous pouvez très bien décider de vous arrêter ici. Nous nous appuyerons sur [cette partie](#).

Il est possible d'utiliser 2 logiciels différents à partir de QGIS pour lancer des requêtes SQL :

- **SQLite et son module spatial SpatialLite** ne nécessitent pas d'installation, mais les fonctions disponibles sont plus limitées que celles de Postgresql/PostGIS
- **Postgresql et son module spatial PostGIS** doivent être installés en plus de QGIS, mais une fois cette opération réalisée beaucoup de possibilités s'offriront à vous !

Il n'y a pas une solution meilleure qu'une autre mais elles répondent à des besoins différents.

Pour cet exercice les 2 logiciels peuvent être utilisés. Si vous choisissez Postgresql/PostGIS, l'installation ne sera pas détaillée ici mais on trouve de nombreuses ressources sur internet. La syntaxe étant légèrement différente d'un logiciel à l'autre, les requêtes seront proposées en 2 versions.

Pour ce chapitre, vous pouvez soit télécharger les données [Corine Land Cover \[↗\]](#) : [Données Métropole 2000 \[↗\]](#) et [Données Métropole 2012 \[↗\]](#) puis les filtrer pour ne garder que les vignes, comme détaillé dans le tutoriel, ou bien utiliser les données en téléchargement déjà filtrées (pour un téléchargement moins lourd).

Création d'une nouvelle base SpatialLite ou PostGIS

La première étape consiste à créer une base de données vides dans le logiciel choisi, et à y importer les données de départ, à savoir la couche Corine Land Cover.

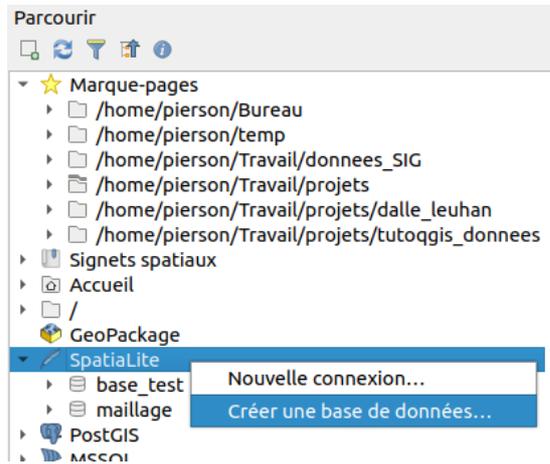
Si vous choisissez d'utiliser Postgresql/PostGIS, assurez-vous d'avoir installé ces logiciels avant de poursuivre !

Commencez par ouvrir un nouveau projet QGIS et chargez la couche [CLC00_FR_RGF \[↗\]](#) ou bien [CLC00_221_FR_RGF](#) (données déjà filtrées pour ne garder que les vignes).

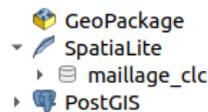
Création d'une base SpatialLite

Nous allons tout d'abord créer une base SpatialLite vide.

Dans le panneau **Explorateur**, faites un clic droit sur **SpatialLite → Créer une base de données...** :



Naviguez jusqu'au dossier où vous souhaitez créer votre base, et nommez-la par exemple **maillage_clc**. Elle est maintenant visible dans l'explorateur :



Si vous naviguez dans l'explorateur de fichiers de votre ordinateur jusqu'à votre base de données, vous verrez qu'un fichier SQLite a été créé. Par rapport à un format comme le shapefile, une base de données est comme une boîte qui peut contenir plusieurs jeux de données.

Une base SpatiaLite est une base SQLite qui peut gérer des données spatiales grâce au module SpatiaLite. Elle est constituée d'une seule fichier qu'on peut copier d'un dossier à l'autre.

Ça n'est pas le cas des logiciels de bases de données « traditionnels » tels que PostgreSQL, qui fonctionnent selon une logique [client-serveur \[↗\]](#) : la base est installée sur un serveur, et des utilisateurs peuvent s'y connecter à partir d'autres ordinateurs. Bien sûr il est possible de se servir de son propre ordinateur comme de serveur, et la base ne sera accessible que depuis celui-ci : c'est ce qu'on appelle une base « en local ».

Création d'une base PostGIS

...Et c'est ce que nous allons faire ici ! Si vous avez décidé de travailler avec SpatiaLite, passez directement à [l'import des données](#).

Je pars du principe ici que vous avez déjà installé PostgreSQL et PostGIS, et que vous êtes connecté à un serveur PostgreSQL, local ou distant.

QGIS peut uniquement se connecter à une base déjà existante, **la création d'une nouvelle base PostgreSQL/PostGIS ne peut se faire dans QGIS**.

Il existe plusieurs méthodes pour cela, qui sortent un peu de ce tutoriel : cette partie consistera surtout en des renvois vers des tutoriels existants.

PostgreSQL en soi ne possède pas d'interface graphique mais fonctionne en lignes de commande. Si ce mot vous fait peur, pas de panique ! Il existe plusieurs logiciels qui peuvent servir d'interface graphique à PostgreSQL et vous permettre d'arriver à vos fins en quelques clics.

Le plus connu est peut-être [pgAdmin \[↗\]](#), qui est peut-être déjà installé sur votre ordinateur selon la manière dont vous avez installé PostgreSQL. Vous pouvez également utiliser par exemple [DBeaver \[↗\]](#).

Pour **créer une nouvelle base de données PostgreSQL**, en la nommant **maillage_clc** :

- en ligne de commande [\[↗\]](#) ou [ici \[↗\]](#)
- avec [pgAdmin \[↗\]](#) en déroulant pour aller à la partie « 3) Creating a new database using pgAdmin »
- avec DBeaver, le principe est le même qu'avec [pgAdmin](#) : clic droit sur le serveur postgres → Créer → Database

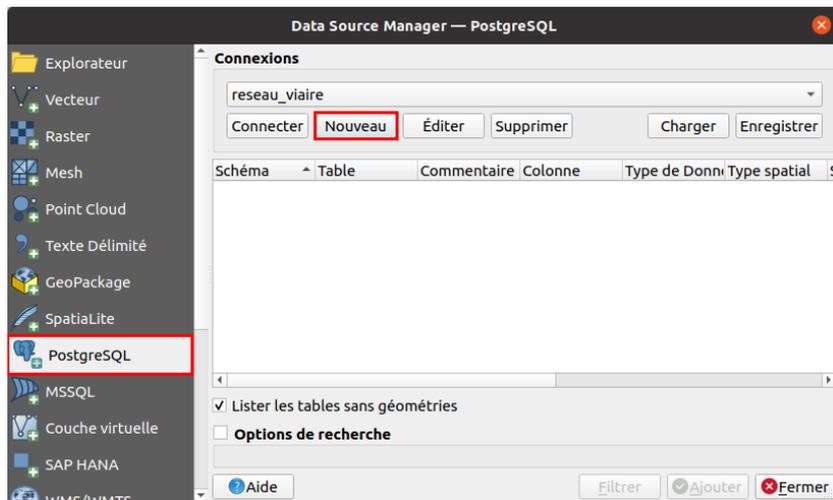
Il faut ensuite **donner les 2 extensions postgis et postgis_topology à la base** pour pouvoir y mettre des données géographiques. Encore une fois, vous pouvez procéder au choix :

- en ligne de commande [\[↗\]](#) avec ces 2 commandes : **CREATE EXTENSION postgis;** et **CREATE EXTENSION postgis_topology;**
- avec [pgAdmin](#), en faisant un clic droit sur la base → Créer → Extension puis en choisissant postgis et postgis_topology
- avec DBeaver, sensiblement de la même manière qu'avec [pgAdmin](#)

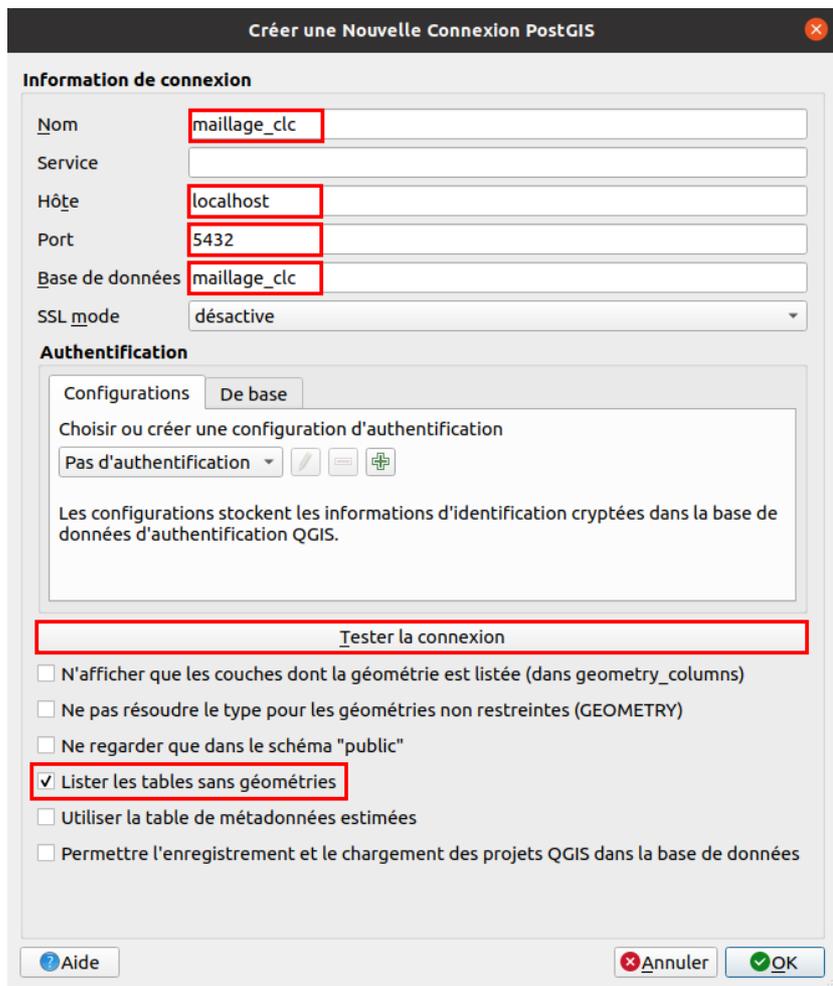
Votre base PostGIS est créée, il ne reste plus qu'à s'y connecter dans QGIS !



Menu Couche → Gestionnaire des sources de données ou bien clic sur l'icône correspondante, rubrique **PostgreSQL** :



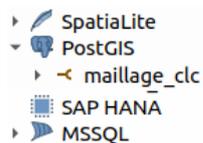
Cliquez sur **Nouveau** pour créer une nouvelle connexion à notre base maillage_clc :



- Nom : vous pouvez donner le nom de votre choix à la connexion, mais le plus simple est probablement de lui donner le même nom que la base : **maillage_clc**
- Hôte : tapez **localhost** si votre base est en local, sinon l'adresse de votre serveur PostgreSQL
- Port : par défaut, le numéro du **port** est **5432**, mais il peut être différent selon votre configuration
- Base de données : tapez ici le nom de la base : **maillage_clc**
- Cliquez ensuite sur **Tester la connexion** : selon votre configuration, il sera nécessaire ou non de rentrer vos identifiants

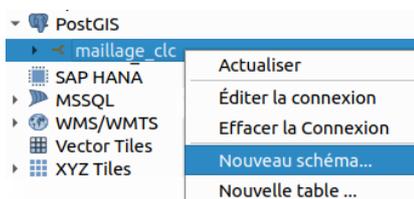
Si le test de connexion est réussi, vous pouvez cliquer sur OK et fermer la fenêtre. Vous pouvez également fermer la fenêtre du gestionnaire de sources de données.

Votre base est maintenant visible dans l'explorateur :

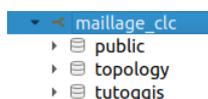


Une dernière étape consiste à créer un **schéma** nommé tutoqgis dans cette base. Un schéma correspond à un sous-dossier dans la base de données. Le schéma par défaut se nomme **public** mais c'est une bonne pratique de créer vos propres schémas.

Rien de compliqué : toujours dans l'explorateur, clic droit sur votre base → **Nouveau schéma...**



Nommez-le par exemple **tutoqgis**. Votre base doit donc contenir 3 schémas : tutoqgis, public et topology.



On peut aussi créer le schéma à partir du gestionnaire de bases de données.

Vous remarquerez que cette étape est plus longue et complexe avec PostgreSQL. Néanmoins, une fois ce logiciel configuré et avec un peu d'habitude, il ne vous faudra plus que quelques secondes pour créer une nouvelle base !

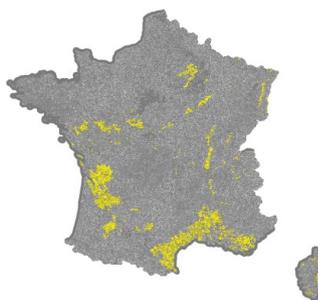
Import de données dans Spatialite ou PostGIS

Cette étape est presque équivalente pour les 2 logiciels, en passant par le gestionnaire de base de données de QGIS.

Avant d'importer les données, nous allons sélectionner dans la couche Corine Land Cover les entités correspondant au vignoble, pour n'importer que celles-ci. Cette étape pourrait tout à fait être effectuée une fois les données importées dans la base, mais comme cela le temps d'import dans Spatialite ou PostGIS sera plus court.

Cette sélection n'est pas nécessaire si vous utilisez la couche CLC00_221_FR_RGF disponible en téléchargement.

Utilisez une **requête attributaire** sur la couche **CLC00_FR_RGF** pour ne sélectionner que les vignes : "CODE_00" = '221' (en jaune ci-dessous).



Il ne reste plus qu'à importer les entités sélectionnées, dans Spatialite ou PostGIS selon votre choix.

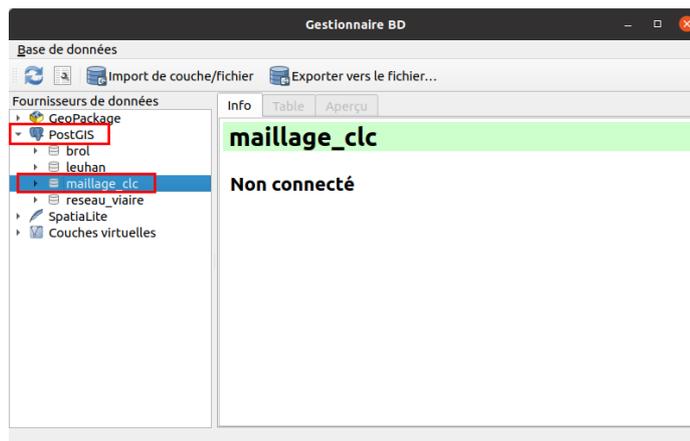


Dans QGIS, ouvrez la fenêtre du **gestionnaire de bases de données** : menu Base de données → DB Manager... ou bien clic sur l'icône correspondante.

Sélectionnez votre base, Spatialite... :

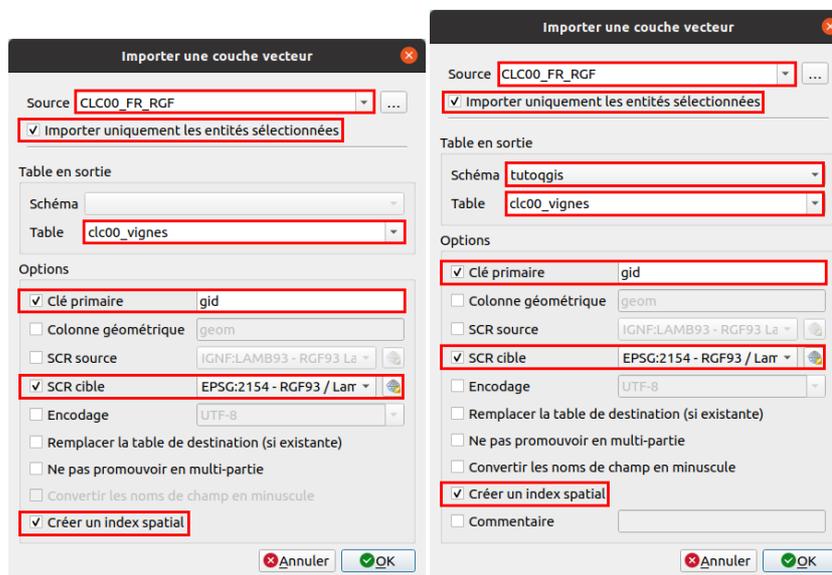


...Ou bien PostGIS :



Dans les 2 cas, **cliquez sur le petit triangle devant le nom de la base** pour être sûr d'y être bien connecté.

Cliquez ensuite sur le bouton **Import de couche/fichier** en haut de la fenêtre du gestionnaire de bases de données :



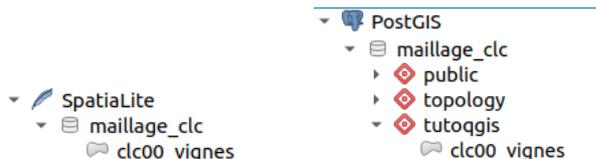
Import de données : à gauche dans Spatialite, à droite dans PostGIS.

- Source : choisir la couche **CLC00_FR_RGF**
- N'oubliez pas de cocher la case **Importer uniquement les entités sélectionnées** pour n'importer que les vignes que vous avez préalablement sélectionnées
- Table en sortie : pour PostGIS, sélectionnez le schéma **tutoqgis**, et dans tous les cas nommez la future table Spatialite ou PostGIS **clc00_vignes** (il est plus pratique d'éviter les majuscules)
- clé primaire [↗] : il s'agit d'un champ d'identifiant unique qui sera créé, nommez-le **gid** par exemple
- SCR cible : le SCR original IGNF:LAMB93 n'est pas reconnu par Spatialite ou PostGIS : sélectionnez son équivalent **RGF93/Lambert93 EPSG 2154**

- Vous pouvez également cocher la case **créer un index spatial**, ce qui accélérera certaines opérations spatiales (mais il peut être créé par la suite)



Cliquez sur **OK**, patientez... Il faut éventuellement actualiser la base pour que la nouvelle couche soit visible :



Bravo ! Vous disposez maintenant d'une base de données avec une couche de données.

Pour chaque couche PostGIS ou SpatiaLite, on peut accéder à partir du gestionnaire de bases de données à 3 onglet : info, table et aperçu.

clc00_vignes

Informations générales

Type de relation : Table
 Propriétaire : julie
 Pages : 588
 Lignes (estimation) : 4215
 Lignes (comptées) : 4215
 Privilèges : select, insert, update, delete

PostGIS

Colonne : geom
 Géométrie : MULTIPOLYGON
 Dimension : 2
 Réf. spatiale : RGF93 / Lambert-93 (2154)
 Emprise estimée : 303425.09375, 6060716.50000, 1242204.50000, 6941611.50000
 Emprise : (inconnu) [calculer](#)

Champs

#	Nom	Type	Longueur	Null	Défaut	Commentaire
1	<u>gid</u>	int4	4	N	{FUNCEXP R-funcid 480 :funcresult type 23 :funcresultset false :funcvariad ic false :funcforma	

L'onglet **info** vous permet de voir le nombre d'entités (4215), le type de géométrie (multipolygone), le SCR (RGF93 Lambert93 EPSG 2154), la liste des champs...

Les onglets **table** et **aperçu** permettent un aperçu des données attributaires et spatiales : cliquez sur chacun d'eux.

Double-cliquez sur la couche dans la partie gauche du gestionnaire de bases de données pour l'ajouter à QGIS. Vous pouvez maintenant l'utiliser comme n'importe quelle couche shapefile ou GeoPackage.

Nous allons pouvoir rentrer dans le vif du sujet !

Lancer une requête simple

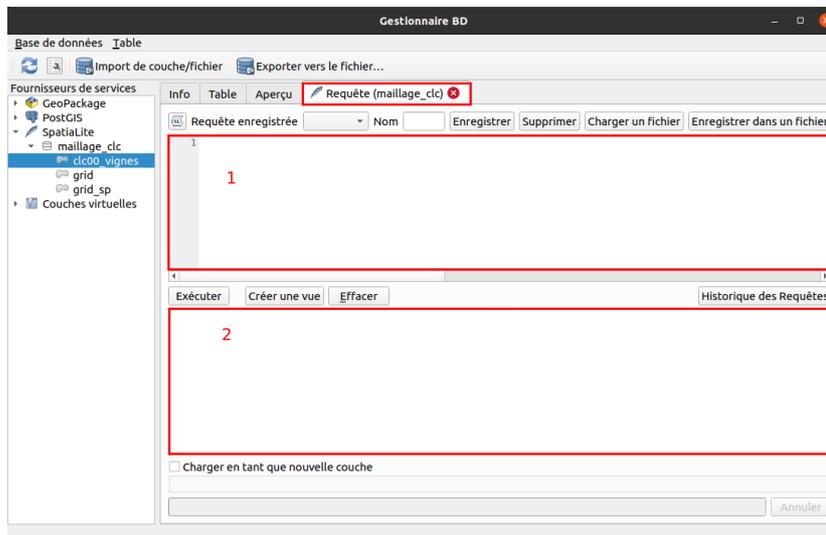
A ce stade, si vous n'avez aucune notion de SQL, je vous conseille de d'abord suivre [cette partie](#) sur les requêtes SQL.

Nous allons ici lancer une requête simple dans SpatiaLite ou PostGIS, en guise d'introduction.

Sélectionnez votre base dans le gestionnaire de bases de données.



Cliquez ensuite sur l'icône **Fenêtre SQL** (ou menu Base de données → Fenêtre SQL) : un nouvel onglet s'ouvre.



Remarquez que cet onglet porte le nom de votre base : il ne sera pas possible d'y lancer une requête concernant une autre base (mais on peut très bien ouvrir plusieurs onglets de requête).

L'onglet comporte 2 parties :

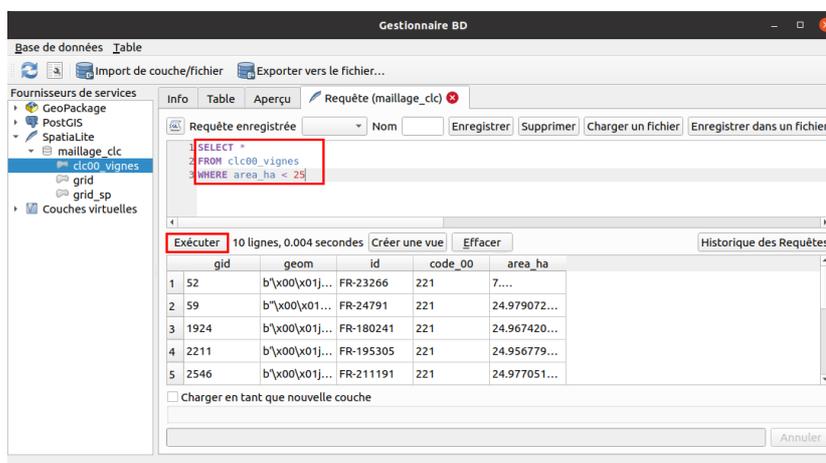
1. en haut, vous pouvez taper une requête
2. en bas, vous pourrez visualiser le résultat de cette requête.

Pour tester cet outil, nous allons sélectionner les polygones ayant une surface inférieure à 25 hectares.

Tapez la requête suivante (pour une base SpatialLite ou PostGIS) :

```
SELECT * FROM clc00_vignes WHERE area_ha < 25
```

Puis cliquez sur le bouton **Exécuter** : les 10 lignes correspondant à des polygones de surface < 25 hectares s'affichent.



Les différents mots clés (select, from, where...) peuvent être écrits indifféremment en minuscules ou majuscules. De même, la requête peut être écrite en une seule ligne ou bien avec des retours à la ligne.

Si l'on détaille cette requête ligne par ligne :

```
SELECT *
```

signifie que nous allons sélectionner (**select**) toutes (la mention *****) les colonnes de la table attributaire, ainsi que la géométrie, qui est considérée comme une colonne nommée geom, comme vous pouvez le vérifier dans l'onglet **Info**.

```
FROM clc00_vignes
```

signifie que nous allons sélectionner les colonnes de la couche **clc00_vignes**.

```
WHERE area_ha < 25
```

applique un critère à la requête : seules seront sélectionnées les lignes répondant à ce critère, c'est-à-dire dont la valeur pour le champ area_ha est inférieure à 25.

Ici, la requête ne crée pas de nouvelles couches mais renvoie les lignes sélectionnées. Comment faire pour créer une nouvelle couche à partir de cette

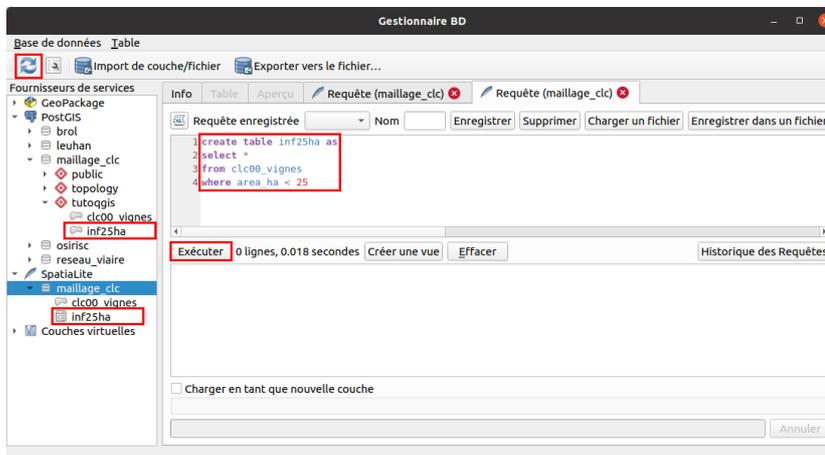
sélection ?

Dans PostGIS, il suffira d'ajouter devant cette requête **CREATE TABLE nouvelle_table AS** : la requête complète sera donc

```
CREATE TABLE tutoqgis.inf25ha AS
SELECT * FROM clc00_vignes
WHERE area_ha < 25
```

pour créer une nouvelle couche nommée inf25ha dans le schéma tutoqgis par exemple.

Cliquez sur **Exécuter** : aucun résultat n'est renvoyé mais une nouvelle couche est ajoutée à la base, visible après l'avoir actualisée.

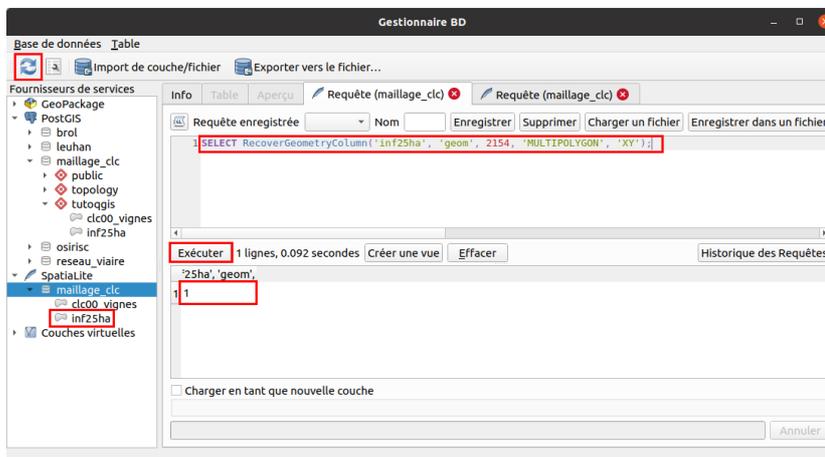


Pour SpatialLite, les choses se compliquent un petit peu : la même requête renvoie bien une table avec les mêmes colonnes, mais la colonne **geom** n'est pas reconnue comme colonne de géométrie. Il s'agit d'une simple table sans composante géographique.

Vous pouvez d'ailleurs le voir dans l'illustration ci-dessus : l'icône de inf25ha dans la base Spatialite est celle d'une table, alors que c'est un polygone dans la base PostGIS.

Il faudra donc lancer une deuxième requête pour que la colonne **geom** soit bien reconnue comme colonne de géométrie dans Spatialite :

```
SELECT RecoverGeometryColumn('inf25ha', 'geom', 2154, 'MULTIPOLYGON', 'XY');
```



Après avoir cliqué sur le bouton **Exécuter**, cette requête doit renvoyer la valeur **1** indiquant que tout s'est bien passé. Après avoir cliqué sur le bouton **Actualiser** en haut à gauche, inf25ha a une icône de polygone et est maintenant une couche géographique.

Pour expliquer cette requête : [RecoverGeometryColumn](#) est la fonction permettant de transformer une colonne ordinaire en colonne de géométrie (sous réserve bien sûr que son contenu corresponde bien à des géométries). Cette fonction prend plusieurs arguments :

- **inf25ha** est le nom de la couche
- **geom** est le nom de la colonne de géométrie
- **2154** est le code EPSG du SCR de la couche
- **'MULTIPOLYGON'** est le type de géométries de la couche (ici, c'est le même type que la couche clc00_vignes qui a servi à créer inf25ha)
- **'XY'** correspond à la dimension de la couche

Une autre différence entre PostGIS et Spatialite : dans PostGIS, il est possible de lancer plusieurs requêtes à la suite les unes des autres, pourvu que chaque requête se termine par un point-virgule. Dans Spatialite, il faut lancer les requêtes une à une, en cliquant sur le bouton Exécuter entre chaque.

Nous allons maintenant utiliser des requêtes plus complexes pour créer une grille !

Création d'une grille

Notre première étape consiste à créer une grille ayant la même étendue que notre couche **clc00_vignes**, avec une maille de 50km. C'est l'équivalent de [cette étape](#) réalisée au chapitre précédent.

Il existe dans Spatialite une fonction spécifique pour créer une grille ; la fonction équivalente n'est accessible dans PostGIS qu'à partir de la version 3.1. A moins de disposer de cette version, il faudra donc utiliser une fonction « fait maison ».

Créer une grille avec Spatialite

Dans Spatialite, nous allons pouvoir utiliser la fonction `ST_SquareGrid`. 4 étapes seront nécessaires :

1. Création d'une table vide
2. Ajout d'une colonne de géométrie à cette table
3. Mise à jour de cette colonne pour créer une grille avec une seule entité multiparties
4. Séparation de l'entité multiparties pour que 1 case = 1 polygone

Pour créer une table vide avec une clé primaire id, la requête est la suivante :

```
CREATE TABLE grid00 (id INTEGER NOT NULL PRIMARY KEY AUTOINCREMENT);
```

Après avoir exécuté cette requête et actualisé la base, la table `grid00` est visible. Elle ne comporte aucune ligne et une seule colonne **id**.

Il faut ensuite lui ajouter une colonne de géométrie de type multipolygone :

```
SELECT AddGeometryColumn('grid00', 'geom', 2154, 'MULTIPOLYGON', 'XY');
```

La table est maintenant une couche de polygones avec une colonne de géométrie **geom**. Elle ne contient encore aucune entité, ce que vous pouvez vérifier dans les onglets table et aperçu.

Il ne reste plus qu'à mettre à jour la géométrie avec la fonction `ST_SquareGrid` [↗] :

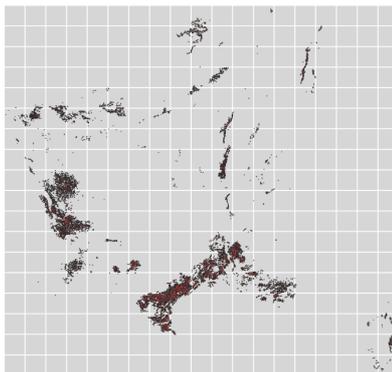
```
INSERT INTO grid00 (geom) SELECT ST_SquareGrid(Extent(v.geom), 50000) AS geom FROM clc00_vignes AS v
```

Cette dernière requête crée une grille avec la même étendue que `clc00_vignes`, et une maille de 50 km. La fonction `ST_SquareGrid` prend 2 arguments :

- une géométrie correspondant à l'étendue de la grille, ici l'étendue de `clc00_vignes` récupérée au moyen de la fonction **Extent**
- la taille de maille dans le SCR de la couche, ici 50 000 mètres

Notez également que pour simplifier la requête, la couche `clc00_vignes` est appelée `v` : **clc00_vignes AS v**. On peut donc y faire référence dans le reste de la requête par la lettre `v` sans taper son nom complet.

Vous pouvez ajouter cette couche à QGIS en double-cliquant sur son nom :



Cependant, cette couche ne contient qu'une seule entité multi-partie : vous ne pouvez pas sélectionner une seule case. Une dernière requête est donc nécessaire :

```
SELECT ElementaryGeometries('grid00', 'geom', 'grid00_sp', 'gid', 'fid') as geom FROM grid00
```

Ici, nous utilisons la fonction `ElementaryGeometries` pour passer d'une couche de multipolygones à une couche de polygone. Cette fonction utilise les arguments suivants :

- le nom de la couche multipartie, ici **grid00**
- le nom de la colonne de géométrie de la couche en entrée, ici **geom**
- le nom de la nouvelle couche qui sera créée, ici **grid00_sp** (pour **single part**)
- l'identifiant de la couche en entrée, ici **gid**
- l'identifiant de la couche en sortie (à créer), ici **fid**

La couche **grid00_sp** comporte maintenant autant d'entités que de cases et est de type POLYGON. Il est possible de sélectionner une seule case.

Créer une grille avec PostGIS

Malheureusement, la fonction `ST_SquareGrid` permettant la génération d'une grille avec PostGIS n'est accessible qu'à partir de la version 3.1. A moins de disposer de cette version, il faudra donc utiliser notre propre fonction !

Une fonction [^] est un bout de code pouvant être « appelé ». C'est en quelque sorte un raccourci qui permet d'éviter de taper une série d'instructions, en tapant seulement le nom de cette série d'instructions.

Les fonctions peuvent prendre des arguments en entrée : par exemple, une couche, une taille de maille... Et peuvent renvoyer un résultat un sortie, par exemple une grille.

Nous allons ici utiliser [cette fonction \[^\]](#) créée par Alexander Palamarchuk pour générer une grille.

Dans la fenêtre du gestionnaire de bases de données, après avoir sélectionné la base PostGIS, ouvrez un nouvel onglet de requête (menu Base de données → Fenêtre SQL).

Copiez et collez le code suivant dans cet onglet, issu de [ce post sur StackExchange \[^\]](#) (la seule modification est celle du code EPSG du SCR : 2154 au lieu de 28408) :

```
CREATE OR REPLACE FUNCTION public.makegrid_2d (
  bound_polygon public.geometry,
  grid_step integer,
  metric_srid integer = 2154 --metric SRID
)
RETURNS public.geometry AS
$body$
DECLARE
  BoundM public.geometry; --Bound polygon transformed to the metric projection (with metric_srid SRID)
  Xmin DOUBLE PRECISION;
  Xmax DOUBLE PRECISION;
  Ymax DOUBLE PRECISION;
  X DOUBLE PRECISION;
  Y DOUBLE PRECISION;
  sectors public.geometry[];
  i INTEGER;
BEGIN
  BoundM := ST_Transform($1, $3); --From WGS84 (SRID 4326) to the metric projection, to operate with step in meters
  Xmin := ST_XMin(BoundM);
  Xmax := ST_XMax(BoundM);
  Ymax := ST_YMax(BoundM);

  Y := ST_YMin(BoundM); --current sector's corner coordinate
  i := -1;
  <<yloop>>
  LOOP
    IF (Y >= Ymax) THEN --Better if generating polygons exceeds the bound for one step. You always can crop the
result. But if not you may get not quite correct data for outbound polygons (e.g. if you calculate frequency per
sector)
      EXIT;
    END IF;

    X := Xmin;
    <<xloop>>
    LOOP
      IF (X >= Xmax) THEN
        EXIT;
      END IF;

      i := i + 1;
      sectors[i] := ST_GeomFromText('POLYGON(('||X||' '||Y||', '||(X+$2)||' '||Y||', '||(X+$2)||' '||(Y+$2)||',
' ||X||' '||(Y+$2)||', '||X||' '||Y||'))', $3);

      X := X + $2;
    END LOOP xloop;
    Y := Y + $2;
  END LOOP yloop;

  RETURN ST_Transform(ST_Collect(sectors), ST_SRID($1));
END;
$body$
LANGUAGE 'plpgsql';
```

Cliquez sur **Exécuter** : aucun résultat n'est renvoyé.

La fonction **makegrid_2d** est maintenant accessible dans PostGIS : vous n'aurez plus besoin de retaper ce code.

Il ne reste plus qu'à appeler cette fonction avec en entrée :

- l'étendue de la grille, c'est-à-dire l'étendue de **clc00_vignes**
- la taille de maille, soit 50 000 mètres

Lancez la requête suivante :

```
CREATE TABLE tutoqgis.grid00 as
SELECT row_number() over () as gid, geom FROM
(SELECT (ST_Dump(makegrid_2d(
(select st_setsrid(st_extent(geom), 2154) from tutoqgis.clc00_vignes),
50000)
)).geom AS geom) AS q_grid;
```

Quelques explications, cette fois-ci nous prendrons cette requête non plus ligne par ligne, mais fonction par fonction...

Une petite astuce : en cliquant sur une parenthèse ouvrante ou fermante dans l'onglet de requête du gestionnaire de bases de données, cette parenthèse et son alter ego sont surlignées en vert, ce qui permet de mieux comprendre l'emboîtement des fonctions.

```
create table tutoqgis.grid00 as
```

Cette première ligne veut simplement dire que cette requête va créer une nouvelle table nommée **grid00** dans le schéma **tutoqgis**.

```
SELECT row_number() over () as gid, geom FROM (SELECT...) AS q_grid
```

Cette nouvelle table contiendra 2 colonnes : une colonne **gid** d'identifiant unique, créée avec la fonction `row_number()` [↗], et une colonne de géométrie **geom**. Comme la table est créée à partir d'un deuxième **SELECT**, il faut donner un nom (alias) à cette sous-requête, ici **q_grid**.

*Vous pouvez essayer de relancer la requête en omettant la partie **AS q_grid**, vous obtiendrez un message d'erreur vous indiquant que la sous-requête doit avoir un alias : ERROR: subquery in FROM must have an alias.*

```
(SELECT (ST_Dump(...)).geom AS geom
```

La sous-requête utilise la fonction `ST_Dump` [↗], qui permet de créer des entités à une seule partie. Pour récupérer une géométrie en retour avec cette fonction, on a ajouté **.geom**, et pour nommer cette géométrie **geom AS geom**.

```
makegrid_2d(..., ...)
```

La fonction **ST_Dump** prend un seul paramètre en entrée correspondant à une géométrie. Ici, cette géométrie sera celle renvoyée en sortie par la fonction **st_makegrid** créée précédemment, qui prend elle en entrée 2 arguments, séparés par une virgule.

```
SELECT ST_SetSRID(ST_Extent(geom), 2154) FROM tutoqgis.clc00_vignes
```

Le premier argument de la fonction **makegrid_2d** correspond à une étendue. On utilise pour la créer la fonction `ST_Extent` [↗] sur la couche **clc00_vignes**. Il faut également attribuer un système de coordonnées (SRID dans la jargon PostGIS) à cette étendue, ce qui est fait avec la fonction `St_SetSRID` [↗], qui utilise 2 paramètres : le résultat de **ST_Extent**, et le code EPSG **2154** (RGF93 Lambert 93).

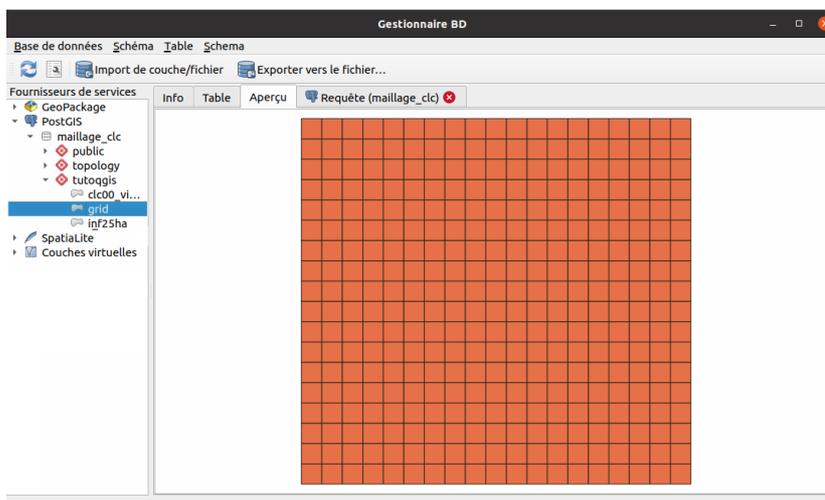
Si vous testez la requête sans utiliser la fonction `ST_SetSRID`, en remplaçant la partie ci-dessus par « select st_extent(geom) from tutoqgis.clc00_vignes », vous obtiendrez un message d'erreur vous indiquant que la géométrie en entrée n'a pas de système de coordonnées : ERROR: ST_Transform: Input geometry has unknown (0) SRID

```
50000
```

50000 est le deuxième paramètre utilisé par la fonction **makegrid_2d**, qui correspond à la longueur du côté d'une maille dans le SCR utilisé (ici Lambert 93, donc en mètres).

Actualisez la base : la couche grid00 est visible, on peut l'ajouter à QGIS, mais son type de géométrie n'est pas reconnu. Pour cela, une dernière requête :

```
Select populate_geometry_columns()
```



A ce stade, si vous avez suivi le [chapitre précédent](#) et créé une grille avec l'outil **Créer une grille** de QGIS, l'opération paraît bien plus compliquée en SQL. Avec un peu de chance la partie suivante vous donnera l'impression inverse !

Union et agrégation

Nous allons maintenant donner à chaque case de cette grille une valeur correspondant à sa surface en vignes, à partir de la couche **clc00_vignes**.

Cette opération regroupe les 3 parties du chapitre précédent : [union](#), [recalcul de la surface](#) et [agrégation des données par maille](#) (je vous avais bien dit que le SQL avait des avantages).

Comme d'habitude, à vous de choisir votre logiciel préféré pour cette opération, qui nécessite donc 2 couches : une grille, et une couche de polygones.

La requête est la même pour Spatialite et PostGIS, il faut juste ajouter le nom du schéma **tutoqgis** pour PostGIS, et exécuter la requête sur **grid00_sp** et non **grid00** pour Spatialite.

Spatialite :

```
CREATE TABLE grid00_surf AS
SELECT g.gid, g.geom, sum(ST_Area(ST_Intersection(v.geom, g.geom)))/10000 AS surf
FROM grid00_sp AS g, clc00_vignes AS v
WHERE ST_Intersects(g.geom, v.geom)
GROUP BY g.gid, g.geom
ORDER BY g.gid
```

PostGIS :

```
CREATE TABLE tutoqgis.grid00_surf AS
SELECT g.gid, g.geom, sum(ST_Area(ST_Intersection(v.geom, g.geom)))/10000 AS surf
FROM tutoqgis.grid00 AS g, tutoqgis.clc00_vignes AS v
WHERE ST_Intersects(g.geom, v.geom)
GROUP BY g.gid, g.geom
ORDER BY g.gid
```

Exécutez cette requête dans Spatialite ou PostGIS.

Comment fonctionne cette requête ? Prenons ses lignes une à une, mais dans le désordre (ici il s'agit de la requête PostGIS, mais les explications sont les mêmes pour Spatialite) :

```
CREATE TABLE tutoqgis.grid00_surf AS
```

Pas de souci ici, il s'agit de créer une table nommée **grid00_surf** dans le schéma **tutoqgis**. On passe 2 lignes plus loin !

```
FROM tutoqgis.grid00 AS g, tutoqgis.clc00_vignes AS v
```

Comme prévu, cette requête va utiliser les 2 couches **grid00** et **clc00_vignes**, toutes 2 dans le schéma **tutoqgis**. Dans le reste de la requête, on se référera à ces tables par leur alias : **g** pour la grille, **v** pour les vignes. On remonte à la ligne du dessus...

Si on veut relancer cette requête sur d'autres couches, grâce à l'alias il n'y aura besoin de modifier les noms des couches qu'à un seul endroit !

```
SELECT g.gid, g.geom, sum(ST_Area(ST_Intersection(v.geom, g.geom)))/10000 AS surf
```

La couche créée va comporter 3 colonnes :

- La colonne d'identifiant unique **gid**
- Une colonne de géométrie, identique à celle de la couche **grid00**
- Une colonne nommée **surf**, correspondant à la somme (fonction [SUM \[⌈\]](#)) des surfaces du résultat de l'intersection entre la grille et les vignes (fonction [ST_Intersection \[⌈\]](#)). On divise cette somme par 10 000 pour obtenir non plus des surfaces en mètres mais en hectares.

On descend 2 lignes plus bas...

```
GROUP BY g.gid, g.geom
```

La clause [GROUP BY \[⌈\]](#) permet de regrouper toutes les entités ayant la même valeur de géométrie et d'identifiant. Elle implique d'utiliser une fonction d'agrégation pour les colonnes autres que **geom** et **gid**. Ici, c'est la fonction d'agrégation **SUM** qui est utilisée dans la deuxième ligne de la requête pour créer la colonne **surf**.

La requête pourrait être lancée telle quelle. Pour qu'elle soit moins longue à s'exécuter, on a rajouté la ligne

```
WHERE ST_Intersects(g.geom, v.geom)
```

qui permet de ne prendre en compte que les cases de la grille qui sont superposées avec des vignes. Avec ce critère, la table créée ne contient donc que ces cases. Vous pouvez tester en supprimant cette ligne, le résultat sera un peu plus long à créer.

```
ORDER BY g.gid
```

Enfin, cette dernière ligne, optionnelle, permet de choisir l'ordre des lignes dans la table, ici un ordre croissant sur le champ **gid**.

Si vous utilisez Spatialite, il reste une requête pour que la colonne géométrie soit reconnue en tant que telle.

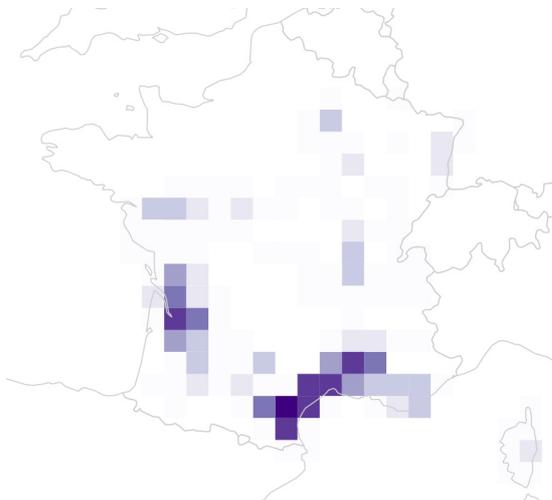
Exécutez cette requête sur votre base Spatialite :

```
SELECT RecoverGeometryColumn('grid00_surf', 'geom', 2154, 'POLYGON', 'XY');
```

Elle doit renvoyer la valeur **1**.

On peut maintenant visualiser le résultat, que vous ayez utilisé Spatialite ou PostGIS.

Ajoutez la couche créée à QGIS. Vous pouvez par exemple lui attribuer un style gradué pour visualiser la présence de vignes :



Avec 5 ou 6 lignes de SQL, vous avez accompli l'équivalent de 3 outils QGIS et de beaucoup de clics !

Et surtout, il sera très facile de relancer toute cette opération sur d'autres données, comme nous allons le faire ci-dessous.

Évolution temporelle : soustraction de 2 maillages

Relancer l'opération sur les données Corine Land Cover 2012

Nous avons jusqu'ici travaillé sur les données Corine Land Cover 2000. Nous allons maintenant utiliser les données équivalentes pour l'année 2012, ce qui nous permettra de visualiser l'évolution entre ces 2 années.

Nous allons donc relancer l'opération précédente (union et agrégation) sur la couche CLC 2012.

Ajoutez à QGIS la couche [CLC12_FR_RGF](#) ou [CLC12_221_FR_RGF](#). Sélectionnez éventuellement les vignes ("CODE_12" = '221') et [importez-les](#) dans votre base Spatialite ou PostGIS sous le nom **clc12_vignes**.

Il faut ensuite relancer les mêmes requêtes que précédemment, en remplaçant les noms des couches :

- **clc00_vignes** par **clc12_vignes**
- **grid00** par **grid12**
- **grid00_sp** par **grid12_sp** (pour Spatialite)
- **grid00_surf** par **grid12_surf**

Attention, pour que les 2 grilles 2000 et 2012 se superposent exactement, nous allons créer la grille 2012 avec la même étendue que la couche clc00_vignes et non clc12_vignes (ce qui est possible car il n'existe pas de nouvelles vignes en 2012 hors emprise de la couche 2000).

Pour Spatialite :

```
CREATE TABLE grid12 (id INTEGER NOT NULL PRIMARY KEY AUTOINCREMENT);  
SELECT AddGeometryColumn('grid12', 'geom', 2154, 'MULTIPOLYGON', 'XY');  
  
INSERT INTO grid12 (geom) SELECT ST_SquareGrid(Extent(v.geom), 50000) AS geom  
FROM clc00_vignes AS v;  
  
SELECT ElementaryGeometries('grid12', 'geom', 'grid12_sp', 'gid', 'fid') as geom  
FROM grid12;  
  
CREATE TABLE grid12_surf AS  
SELECT g.gid, g.geom, sum(ST_Area(ST_Intersection(v.geom, g.geom)))/10000 AS surf  
FROM grid12_sp AS g, clc12_vignes AS v  
WHERE ST_Intersects(g.geom, v.geom)  
GROUP BY g.gid, g.geom  
ORDER BY g.gid;
```

```
SELECT RecoverGeometryColumn('grid12_surf', 'geom', 2154, 'POLYGON', 'XY');
```

Pour PostGIS :

```
CREATE TABLE tutoqgis.grid12 AS
SELECT row_number() over () AS gid, geom FROM
(SELECT (ST_Dump(makegrid_2d(
(select st_setsrid(st_extent(geom), 2154) from tutoqgis.clc00_vignes),
50000)
)).geom AS geom) AS q_grid;

Select populate_geometry_columns();

CREATE TABLE tutoqgis.grid12_surf AS
SELECT g.gid, g.geom, sum(ST_Area(ST_Intersection(v.geom, g.geom)))/10000 AS surf
FROM tutoqgis.grid12 AS g, tutoqgis.clc12_vignes AS v
WHERE ST_Intersects(g.geom, v.geom)
GROUP BY g.gid, g.geom
ORDER BY g.gid;
```

Rapide, non ? Quand vous travaillez avec des requêtes SQL, une pratique peut être de copier les requêtes dans un fichier texte. Ainsi vous en gardez la mémoire, et si vous avez besoin de les relancer sur d'autres données, il vous suffira de faire un rechercher-remplacer sur les noms des couches, puis de recopier ces requêtes dans le gestionnaire de bases de données QGIS.

Il est possible en SQL d'ajouter des [commentaires \[?\]](#), non pris en compte : la ligne doit alors être précédée par 2 tirets. Ceci vous permet d'expliquer vos requêtes, ce qui est toujours utile quand on reprend un travail quelques semaines/mois/années plus tard, ou pour vos collègues.

Soustraire les 2 maillages 2012 et 2000

En guise de dernière application pour ce chapitre, nous allons voir 2 manières de visualiser l'évolution de la surface en vignes entre 2000 et 2012 :

- Avec des requêtes SQL
- En mode raster

On pourrait aussi travailler en mode raster avec des requêtes SQL ! Mais ce chapitre est déjà bien rempli.

L'idée est donc de soustraire pour chaque case de grille les données 2000 aux données 2012, afin de visualiser une évolution, négative ou positive.

Si on utilise le langage SQL, on va pouvoir faire une [jointure attributaire](#) sur le champ gid entre les 2 couches **grid00_surf** et **grid12_surf**.

La requête sera la même pour SpatialLite et PostGIS, il faut simplement ajouter le nom du schéma **tutoqgis** devant le nom des tables pour PostGIS, et mettre à jour la colonne de géométrie pour SpatialLite.

SpatialLite :

```
CREATE TABLE evol_00_12 AS
SELECT g1.gid, (g2.surf - g1.surf) AS diff_surf, g1.geom
FROM grid00_surf AS g1, grid12_surf AS g2
WHERE g1.gid = g2.gid;

SELECT RecoverGeometryColumn('evol_00_12', 'geom', 2154, 'POLYGON', 'XY');
```

PostGIS :

```
CREATE TABLE tutoqgis.evol_00_12 AS
SELECT g1.gid, (g2.surf - g1.surf) AS diff_surf, g1.geom
FROM tutoqgis.grid00_surf AS g1, tutoqgis.grid12_surf AS g2
WHERE g1.gid = g2.gid;
```

Cette requête crée une couche **evol_00_12** avec 3 colonnes :

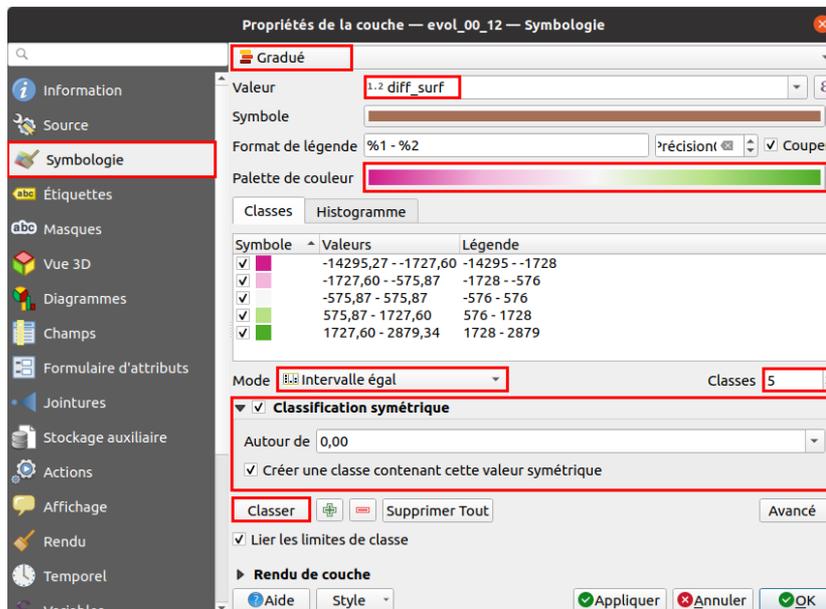
- **gid**, ici en récupérant le champ gid de la couche grid00 (mais on aurait très bien pu remplacer g1.gid par g2.gid, le résultat serait le même)
- une colonne **diff_surf** correspondant à la différence de surface en vignes entre 2012 et 2000
- la géométrie **geom**, idem on aurait pu remplacer g1.geom par g2.geom

La ligne

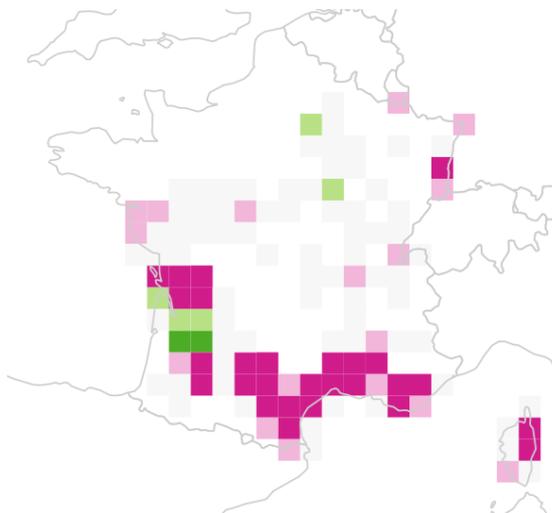
```
WHERE g1.gid = g2.gid
```

est celle qui fait la jointure entre les 2 couches, sur le champ **gid**.

Pour visualiser cette évolution, ajoutez la couche à QGIS, avec un style gradué :



- Style **gradué**...
- ...sur le champ **diff_surf**
- Sélectionnez une palette de couleur divergente, pour représenter d'une couleur les diminutions et d'une autre les augmentations
- Choisissez une discrétisation par intervalles égaux
- Cliquez sur le bouton **Classer**
- Cochez la case **Classification symétrique**, pour représenter avec la même intensité de couleur des variations positives et négatives de même ampleur, avec comme valeur du milieu **0**

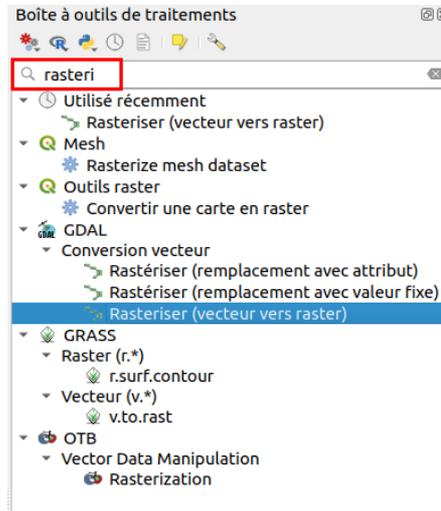


Une taille de maille différente donnerait un résultat différent !

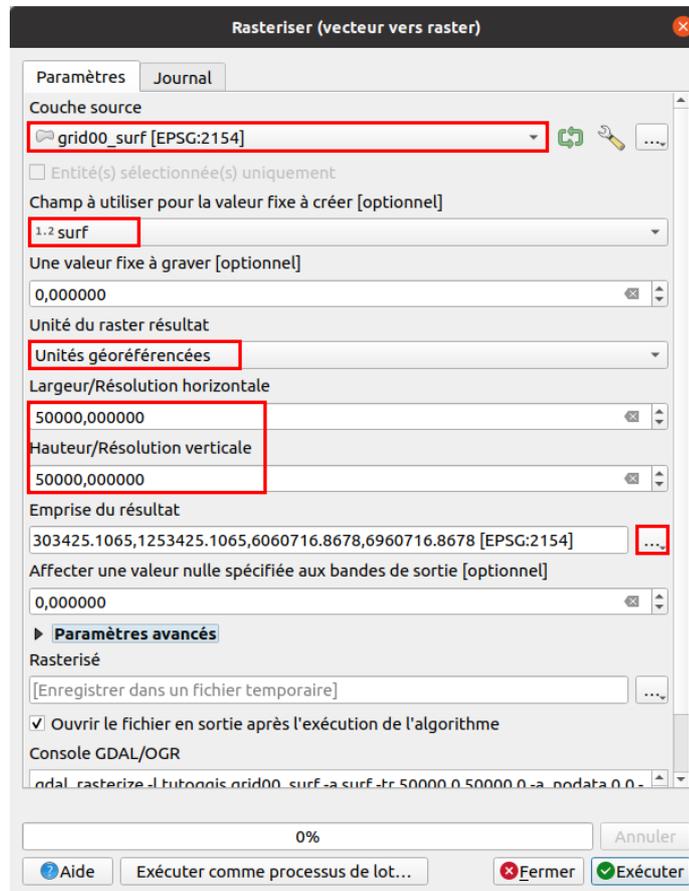
Une autre manière de faire pour cette opération est de convertir les 2 maillages en rasters, et de soustraire ces rasters l'un à l'autre.

Ouvrez un nouveau projet QGIS, ajoutez-y vos 2 couches Spatialite ou PostGIS **grid00_surf** et **grid12_surf**.

Dans la boîte à outils, cherchez l'outil GDAL **Rasteriser (vecteur vers raster)** :

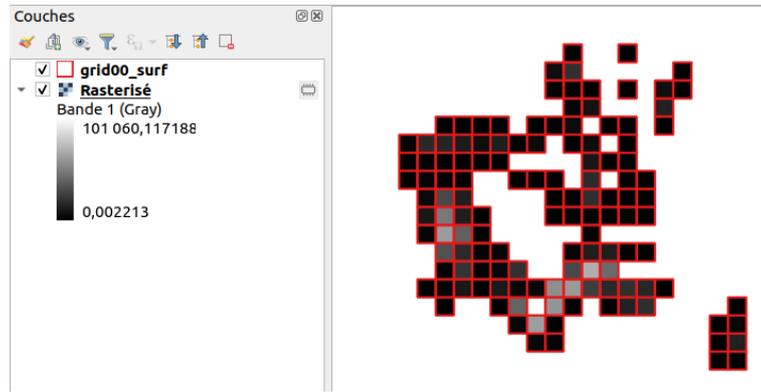


Double-cliquez sur cet outil :



- Couche source : sélectionnez la couche **grid00_surf**
- Champ à utiliser : sélectionnez le champ **surf**, chaque pixel du raster aura ainsi la valeur correspondante de ce champ
- Unité du raster résultat : afin de pouvoir fixer la taille du pixel en mètres et non le nombre de pixel du raster résultat, sélectionnez **Unités géoréférencées**
- Largeur/Résolution horizontale et verticale : tapez **50 000** pour une taille de pixel de 50 km, identique à celle du maillage d'origine
- Emprise du résultat : cliquez sur les ... à droite et sélectionnez la couche **grid00_surf**, pour que le futur raster ait la même étendue que le maillage d'origine
- Vous pouvez choisir de créer un fichier temporaire ou bien d'enregistrer le résultat sur votre ordinateur.

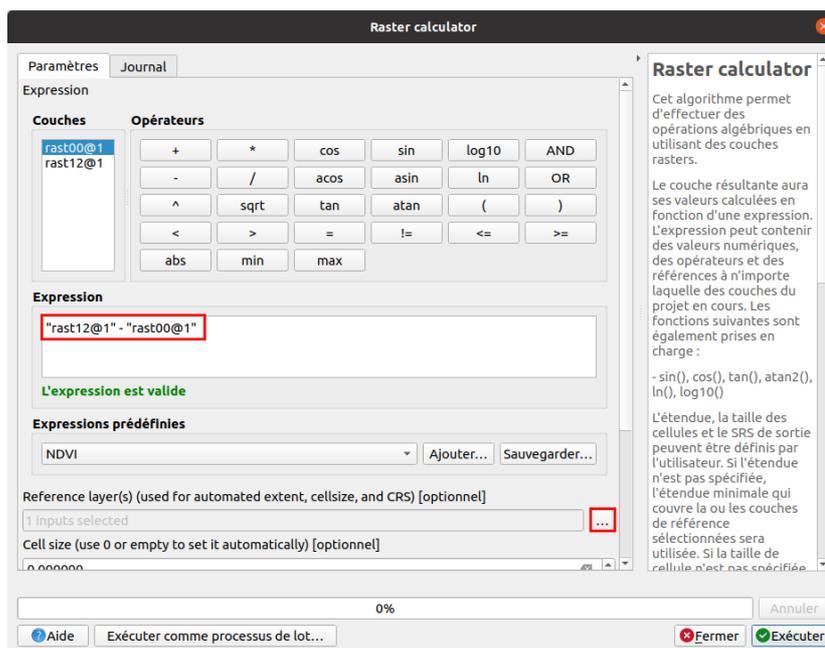
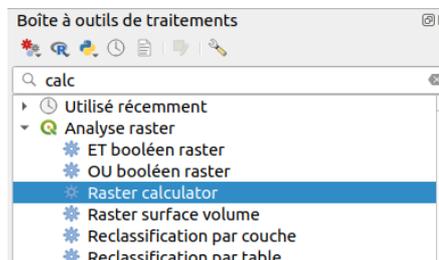
Lancez la rasterisation... La couche résultat est automatiquement ajoutée à QGIS, et se superpose avec la couche grid00_surf :



Si vous avez créé une couche temporaire, renommez-la par exemple **rast00** (en la sélectionnant puis en appuyant sur la touche F2) afin de ne pas la confondre avec le deuxième raster sur 2012 par la suite.

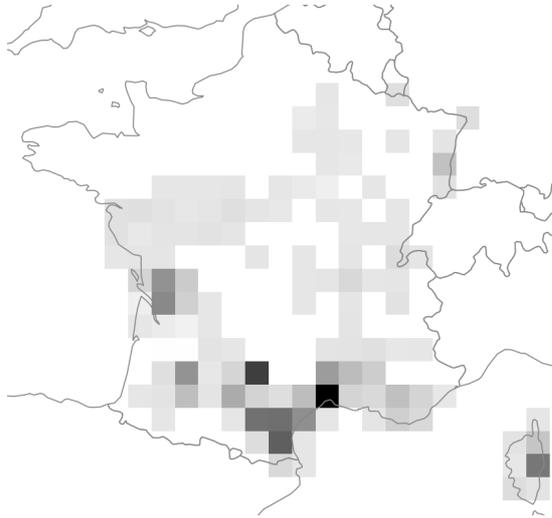
Effectuez la même opération sur la couche **grid12_surf** pour créer un deuxième raster. Si c'est une couche temporaire, renommez-la par exemple **rast12**.

Il ne reste plus qu'à soustraire ces 2 rasters au moyen de la calculatrice raster.

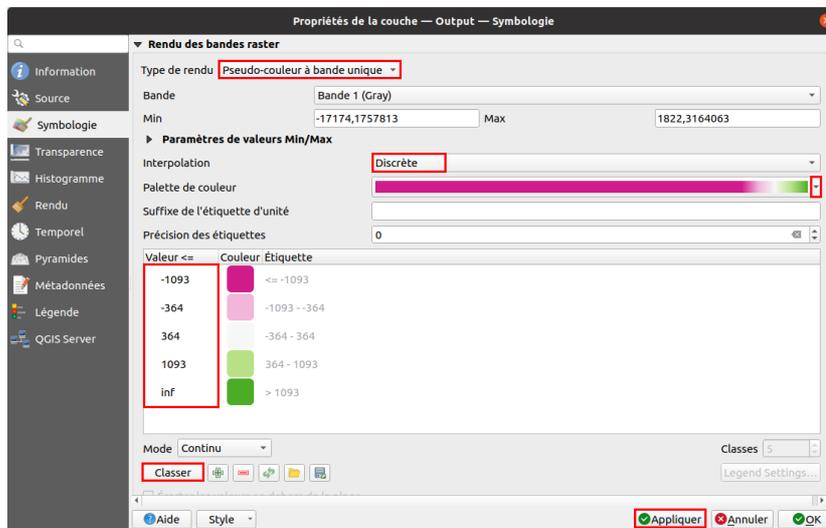


- Expression : double-cliquez sur la couche **rast12**, tapez le signe - (ou cliquez sur ce signe dans les opérateurs), puis double-cliquez sur la couche **rast00**. L'expression finale est **"rast12@1" - "rast00@1"**
- Reference layer : cliquez sur les ... tout à droite, et sélectionnez l'une ou l'autre couche **rast00** ou **rast12** : la couche créée aura la même emprise, résolution et SCR que cette couche de référence
- Output : vous pouvez soit créer une couche temporaire, soit enregistrer cette couche sur votre ordinateur

Par défaut, le résultat s'affiche en niveau de gris :

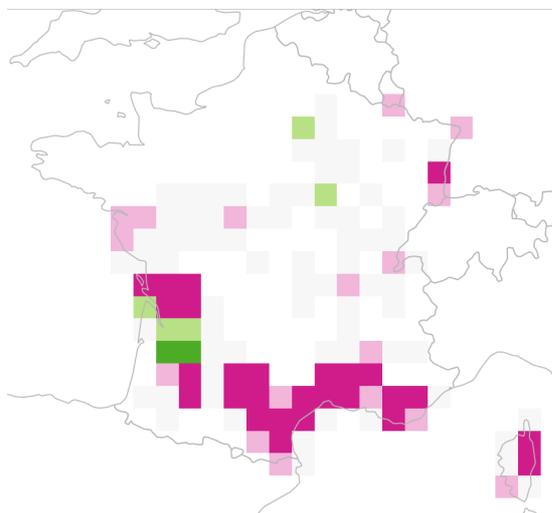


Pour une représentation similaire à celle obtenue plus haut, il faut paramétrer le style de ce raster (cliquez sur l'image pour la voir en plus grand) :



- Type de rendu : **pseudo-couleur à bande unique**
- Interpolation : **discrète**
- Palette de couleur : choisissez une gamme de couleur divergente, pour représenter d'une couleur les diminutions, et d'une autre les augmentations
- Cliquez ensuite sur **Classer** pour créer 5 classes
- Valeurs de classes : ici, pas de possibilité de spécifier une discrétisation symétrique autour de 0. Le plus simple est donc de recopier les limites de classes obtenues plus haut pour la couche vecteur. Attention, il s'agit des bornes supérieures des classes !

Au final, le résultat est identique à celui obtenu en mode vecteur :



■
Bravo, vous êtes arrivés au bout de ce chapitre ! Vous pouvez vous reposer avec le suivant sur les modes de représentation et la mise en page de cartes.