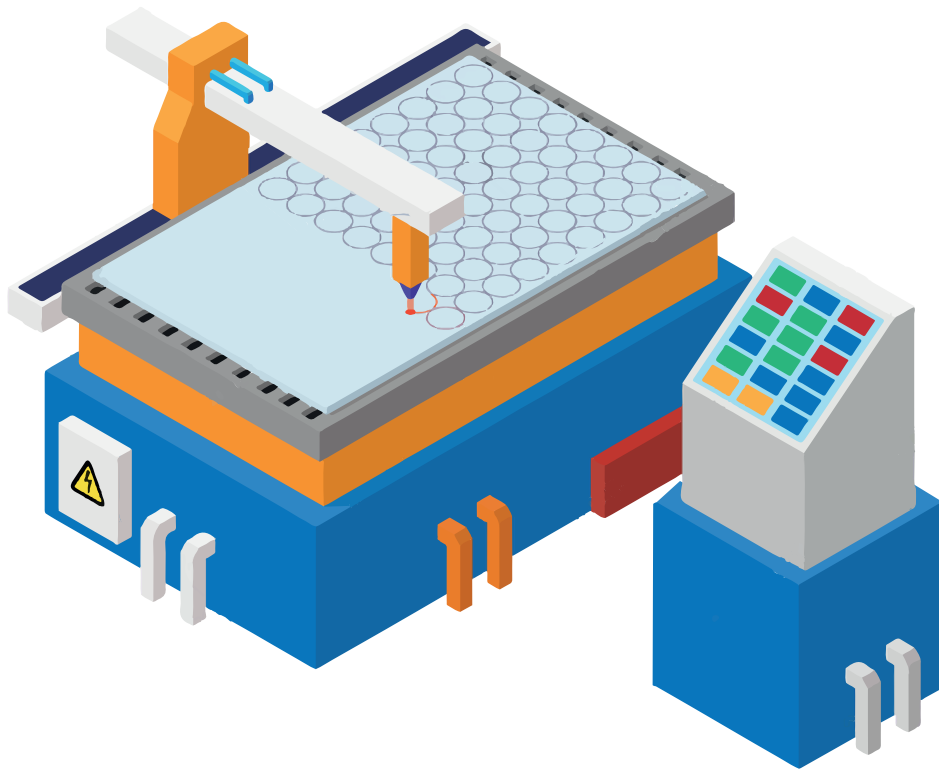


# ATELIER GEOMATIQUE

## Maquette 3D collaborative de la Bretagne

# TUTORIEL DECOUPE LASER



AH KONG T. - ELUARD F. - GUILLOU M. - MALET B. - POMME SAINT GAUDENS C. - QUESSART M. - ROPERS A.

# Introduction

Nous sommes des Master 1 SIGAT 2018-2019 (Systèmes d'information géographique et analyse des territoires) : AH KONG Thomas, ELUARD François, GUILLOU Mathieu, MALET Blanche, POMME SAINT-GAUDENS Camille, QUESSART Maevane, ROPERS Axel.

Nous avons effectué dans le cadre d'un atelier géomatique commandé par GéoBretagne une maquette tangible issue d'un MNT (Modèle Numérique de Terrain) qui représente un territoire en relief.

Pour la réalisation de cette maquette nous avons utilisé le logiciel libre QGIS pour les traitements, puis le logiciel Corel Draw X8 et Trotec JobControl pour les paramètres de découpe laser.

Pour la réalisation de notre maquette, nous avons utilisé du carton 60 cm x 80 cm x 3 mm comme matériaux, ainsi qu'une découpeuse laser Trotec Speedy 400.

Nous vous proposons ici un tutoriel complet pour réaliser clé en main une maquette 3D de la Bretagne. Cependant, cette méthode est également reproductible sur des territoires bretons plus restreint (certains paramètres seront donc à modifier en conséquence).

Nous avons ici choisi des paramètres pour une maquette de 80 cm de long et 60 cm de large. Douze plaques maximums sont nécessaires pour la réalisation (8 si optimisation de la place), pour une hauteur totale de 3,6 cm. Dans ce tutoriel, nous avons choisis de réaliser le territoire que sur une seule plaque. Néanmoins, il est tout à fait possible de subdiviser le territoire pour réaliser une maquette plus grande. De même, il est également envisageable de multiplier le nombre de plaque pour avoir une épaisseur de maquette plus importante.

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

# Traitement du flux

## QGIS

Nous allons nous connecter au flux WCS de géobretagne pour afficher le MNT sur l'espace de travail.

## Ajouter les couches du flux

Ouvrir QGIS

Dans cet encadré, cochez "Activer la reprojection..."

Filtrez par 2154.

Sélectionnez EPSG 2154 et Appliquer

Appuyez sur le bouton couche WCS

Appuyez sur Nouveau

Copiez l'URL :

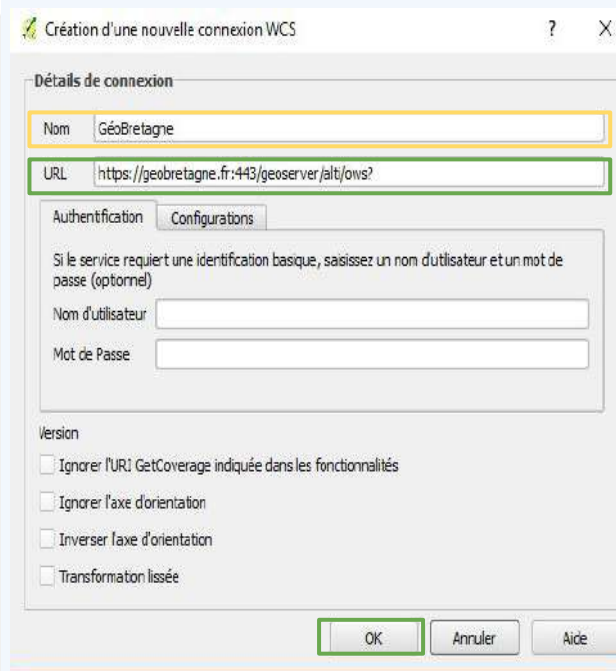
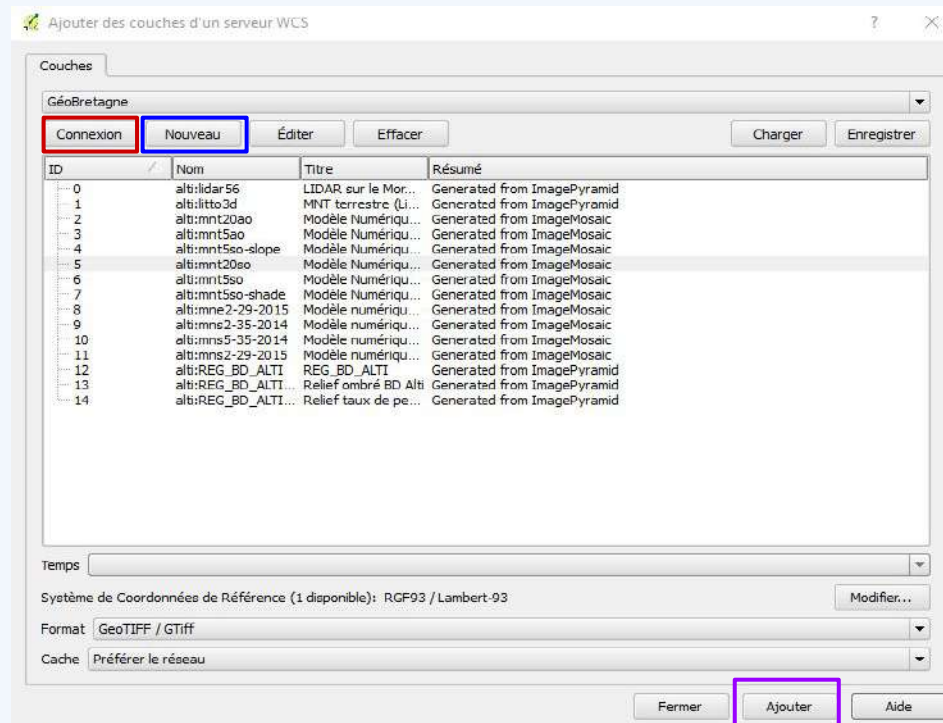
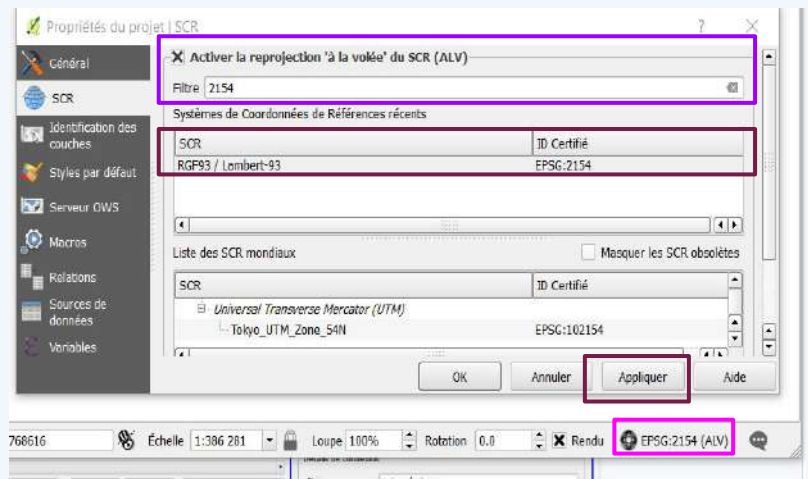
<https://geobretagne.fr:443/geoserver/alti/ows?>

Nommez votre couche

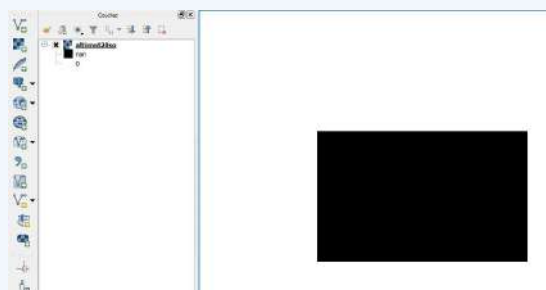
Appuyez sur OK puis appuyez sur Connexion

Sélectionnez l'ID 5 : alti:mnt20so

Appuyez sur Ajouter



Vous devez obtenir un bloc noir



# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

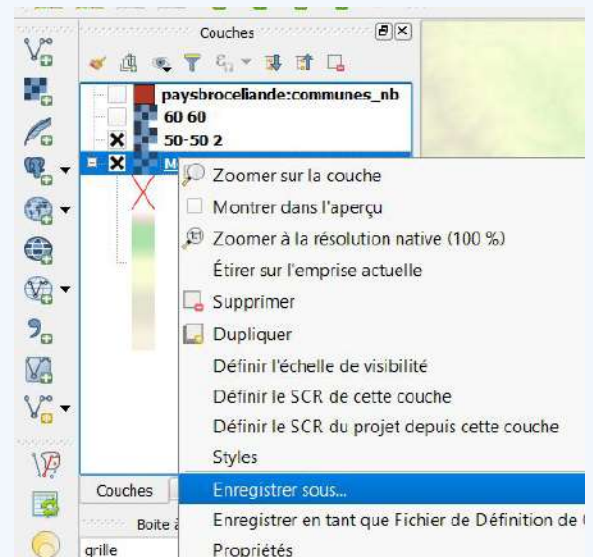
# Traitement du flux

## QGIS

Étape d'enregistrement pour se concentrer sur la zone souhaitée. Ici, nous allons transformer le flux WCS en raster unique.

## Enregistrer couche raster

Clic droit sur votre couche flux et allez dans enregistrer sous.



Cochez “Donnée brute” et dé-sélectionnez “Créer un VRT”.

Indiquez où enregistrer le raster.  
Changez le SCR pour **Lambert 93 2154**.

Pour l'**étendue** : Choix de la zone d'étude (soit la vision du canevas, soit des coordonnées, **soit l'emprise de la couche**).

Indiquez dans **horizontal et vertical** : 100

Cliquez sur Ok.  
Résultat : une nouvelle couche apparaît.

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

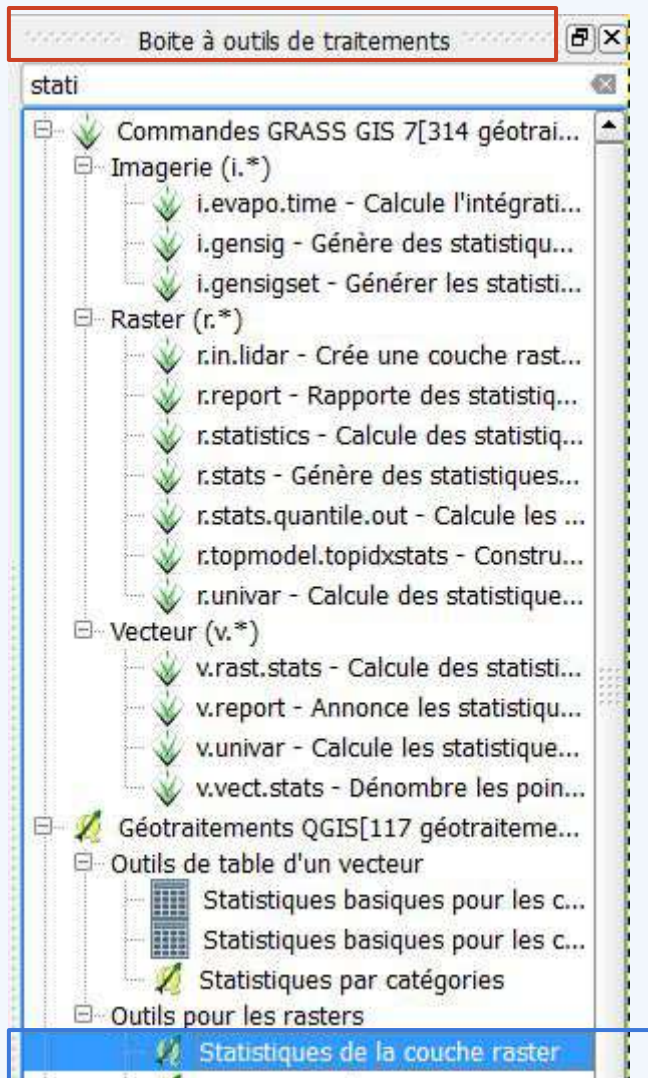
- Découpe de la plaque



# Calcul de la hauteur de chaque couche

## QGIS

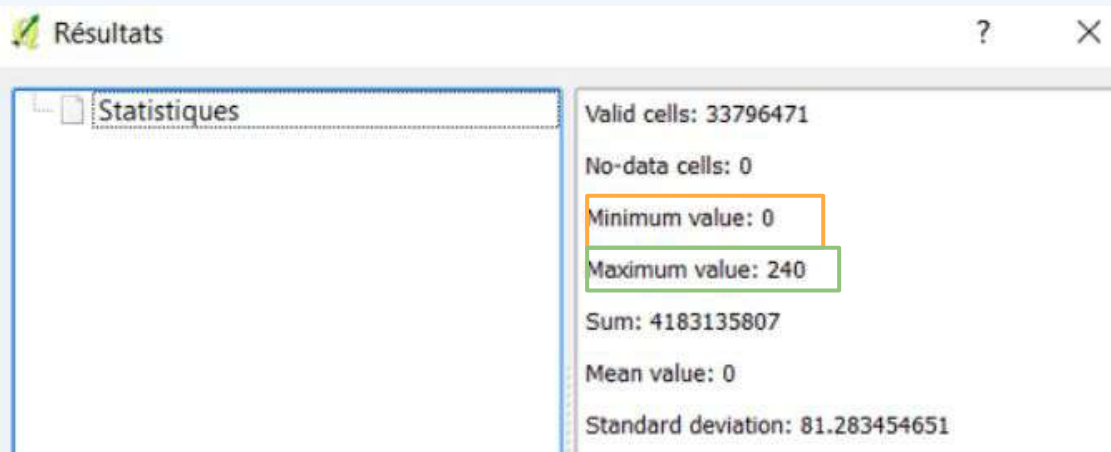
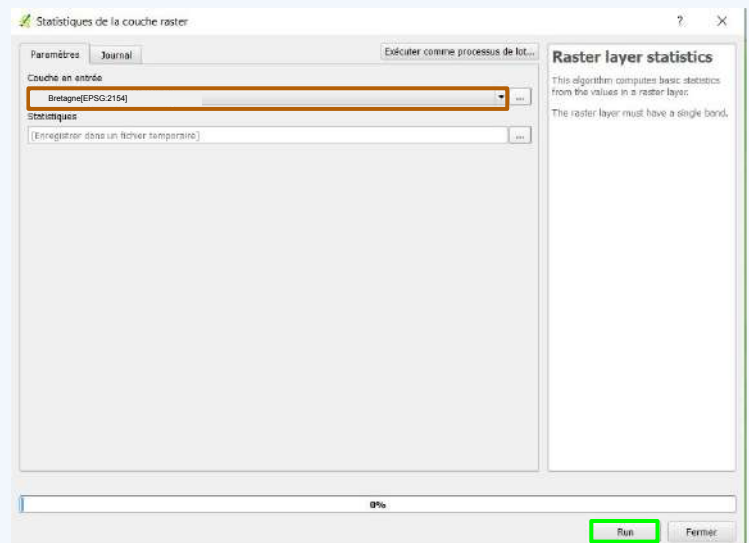
### Interrogation de la donnée



Allez dans l'onglet traitements, ouvrir la **Boîte à outils de traitements**

Sélectionnez **Statistiques de la couche raster**

La boîte de dialogue s'ouvre, la barre « **couche entrée** » nous permet d'interroger la couche raster pour laquelle nous souhaitons obtenir des informations (en l'occurrence le fichier qui vient d'être enregistré) puis cliquez sur « **Run** » pour lancer l'outil.



Ici ce qui nous intéresse ce sont les résultats de la valeur minimum (**minimum value**) et de la valeur maximum (**maximum value**)

Notez ces valeurs

Maintenant nous pouvons calculer la hauteur de la couche.



# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

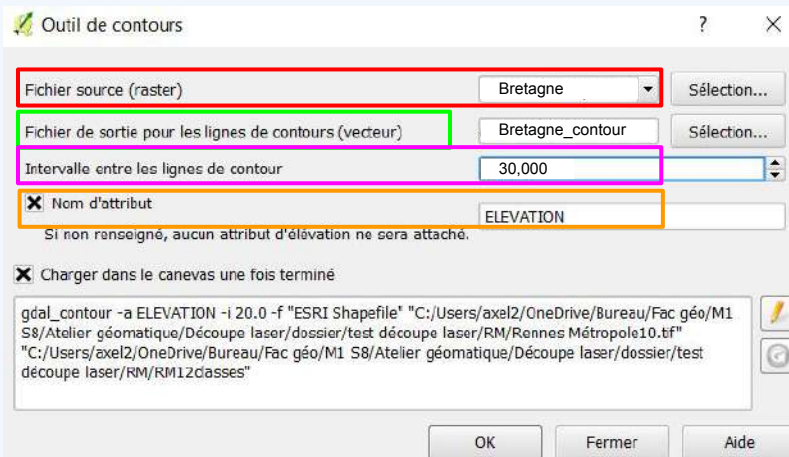
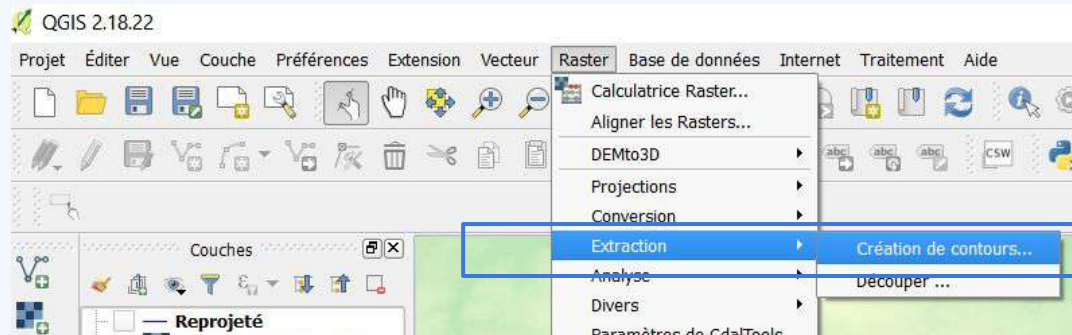
# Calcul de la hauteur de chaque couche

## QGIS

Ici, nous allons transformer le raster en vecteur sous forme de courbes de niveau.

### Création des courbes de niveau

Pour créer les courbes de niveau, il faut aller dans le menu raster => extraction => création de contours.



Le **fichier source** correspond au fichier raster précédemment enregistré.

« **Fichier de sortie** » nous indique où nous souhaitons créer le nouveau fichier vecteur.

« **Intervalle entre les lignes de contour** » nous permet de définir l'écart d'altitude entre les courbes de niveau.

Il est très important de cocher le « **nom d'attribut** » pour connaître la hauteur de chaque courbe.

### Méthode n°1

Si, par exemple, vous voulez créer une partie d'un territoire spécifique en fonction d'un nombre de plaques données, il suffit d'appliquer la formule :

(Hauteur Maximale - Hauteur minimale) / Nombre de classes.

Cependant, cette méthode n'est pas toujours optimale puisque le nettoyage nécessaire à la prochaine étape peut modifier le nombre total de plaques nécessaires pour élaborer la maquette.

### Méthode n°2

Il est également tout à fait possible de créer des courbes en fonction d'une hauteur définie. Il est d'ailleurs recommandé pour produire une maquette pertinente, de choisir des valeurs d'altitude qui vont de 5 en 5 ou bien de 10 en 10 (exemple : 5, 10, 15, 20, 25 m) lors de l'utilisation de cet outil. Pour la Bretagne, un interval de **30 m** produira 12 niveaux d'altitude.

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

# Nettoyage

## QGIS

### Supprimer les petites lignes

Nous allons nettoyer les courbes de niveau. En effet, de toutes petites lignes ont été générées avec l'outil de contours. Cette étape est indispensable pour supprimer les lignes inutiles.

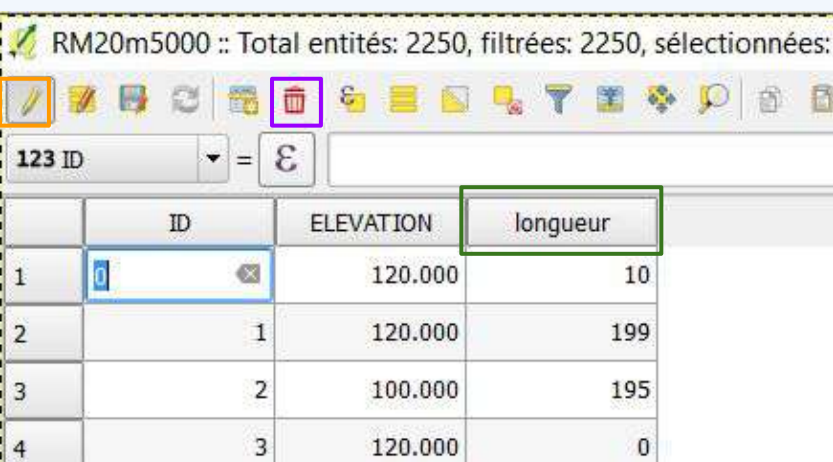
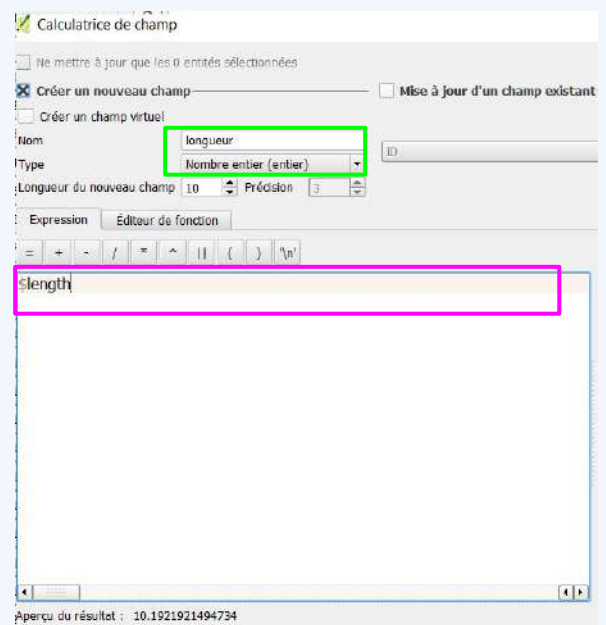


Cette icône permet d'accéder à la [table attributaire](#).



Cet icône permet d'accéder à la [calculatrice de champ](#).

Sur la grande case blanc il faut inscrire la formule `$length`, bien sélectionner le **type** «nombre entier» et inscrire un **nom** à la colonne.



La table attributaire ressemble à un tableur. Pour supprimer les petites lignes cliquez sur la colonne « **longueur** » pour afficher les valeurs dans l'ordre décroissant.

Ensuite sélectionner les lignes à supprimer (Shift à la première ligne et cliquer sur la valeur maximum de la ligne qu'on souhaite supprimer, ici toutes les valeurs inférieures à 5000). Une fois les entités sélectionnées, cliquer sur l'icône de la **poubelle rouge** pour les supprimer. Cliquer sur le **crayon** pour pouvoir enregistrer les modifications puis enregistrer.

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

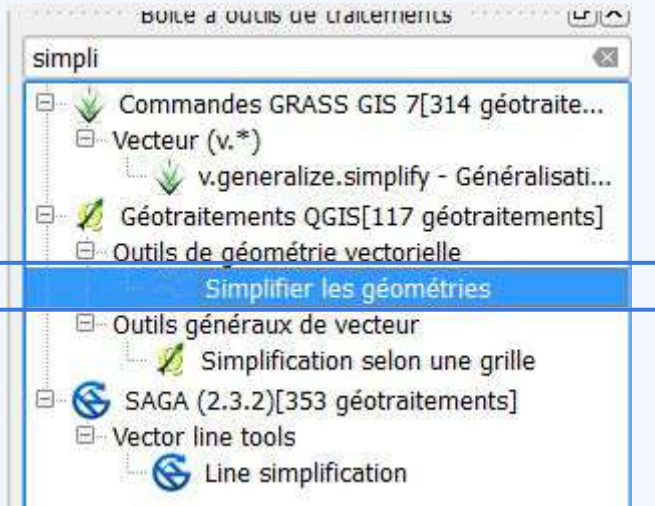
- Découpe de la plaque

# Nettoyage

## QGIS

### Simplifier les lignes

L'outil de contours génère des courbes trop précises qu'il convient de simplifier. Plus les courbes sont précises et plus le laser prend du temps à réaliser les contours en découpe et en gravure.



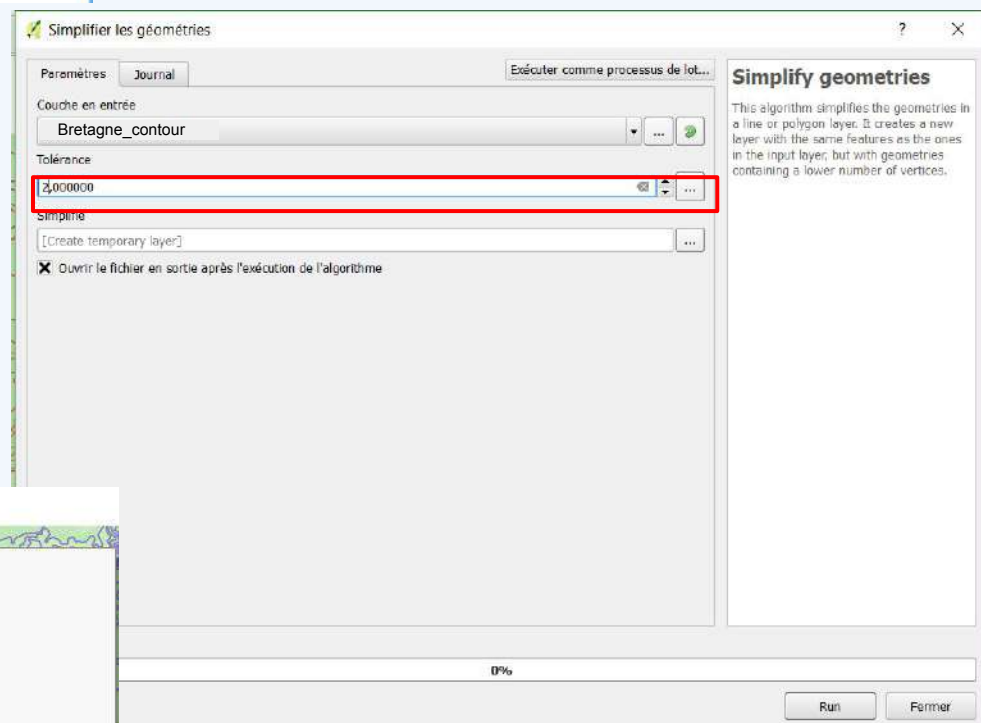
Accès de l'outil via la boîte à outils et cliquez sur « Simplifier les géométries ».

L'outil « simplifier les géométries » permet de lisser les lignes pour simplifier le tracé. Cet outil nous affiche une nouvelle couche vectorielle des courbes lissées.

La « **tolérance** » représente le degré de lissage.

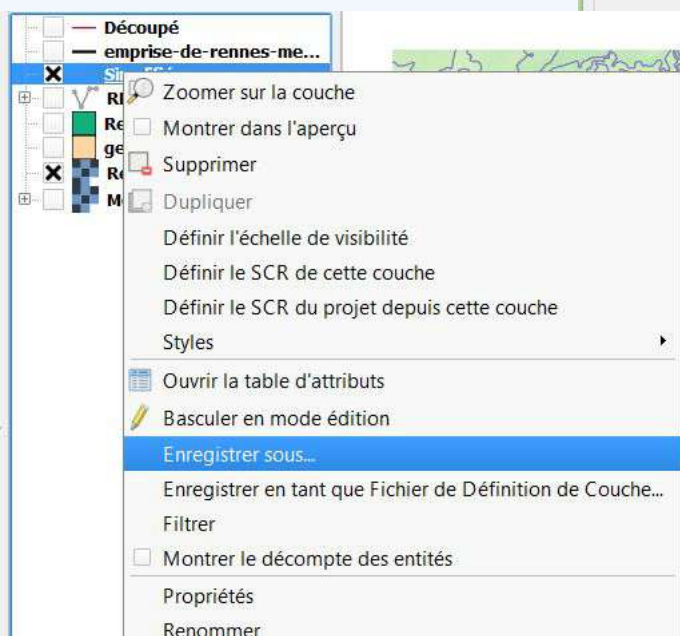
Ici nous avons choisis la valeur 2 (une valeur plus forte réduit la précision des lignes mais aussi le temps de découpe et de gravure)

Cliquez sur OK.



L'outil génère une nouvelle couche nommée « Simplifié ».

Il est recommandé d'enregistrer le fichier nettoyé (clic droit sur la couche -> Enregistrer sous).



# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

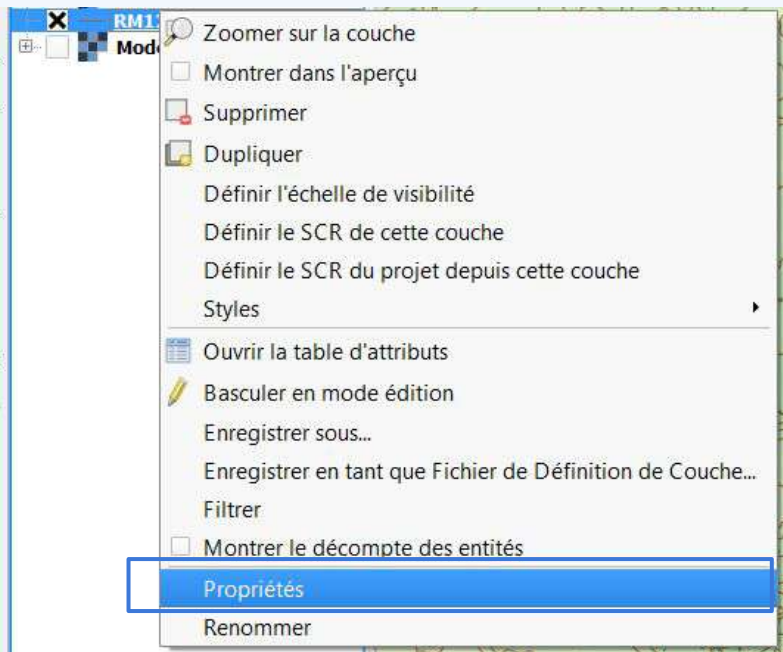
- Découpe de la plaque



# Export du fichier

## QGIS

### Catégorisation

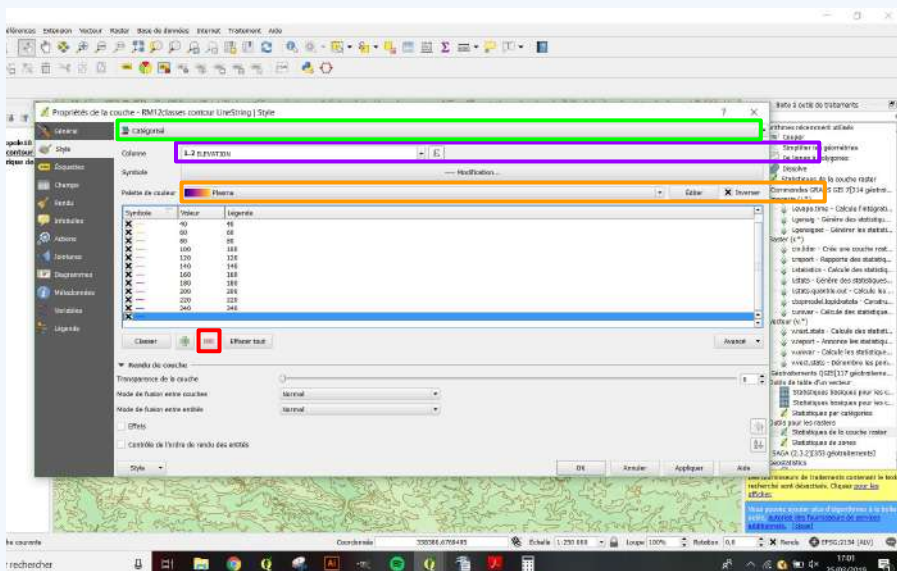


Faire un clic droit sur la couche vecteur puis cliquez sur « propriétés ».

Une fois les propriétés affichées, il suffit d'aller dans « style ». Puis de cliquer sur « catégorisé ».

Le menu « colonne » permet de classer les courbes de niveau en fonction des données des colonnes de la table générée par le fichier vecteur des courbes de niveau.

Ici il faut choisir **ÉLÉVATION** (d'où l'importance de bien cocher le « nom d'attribut » dans « création de contours »).



Le bouton **palette** de couleurs permet d'attribuer une couleur à chaque ligne en fonction de sa tranche d'altitude. Choisissez une palette, puis cliquez sur classer et OK.

Nous pouvons donc connaître la hauteur de notre maquette :  
-Nombre de plaques \* épaisseur  
Ici il faut prendre 10 plaques (9 + 1 qui représente la base).

La ligne 0 doit être supprimé (grâce au **moins rouge**)

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

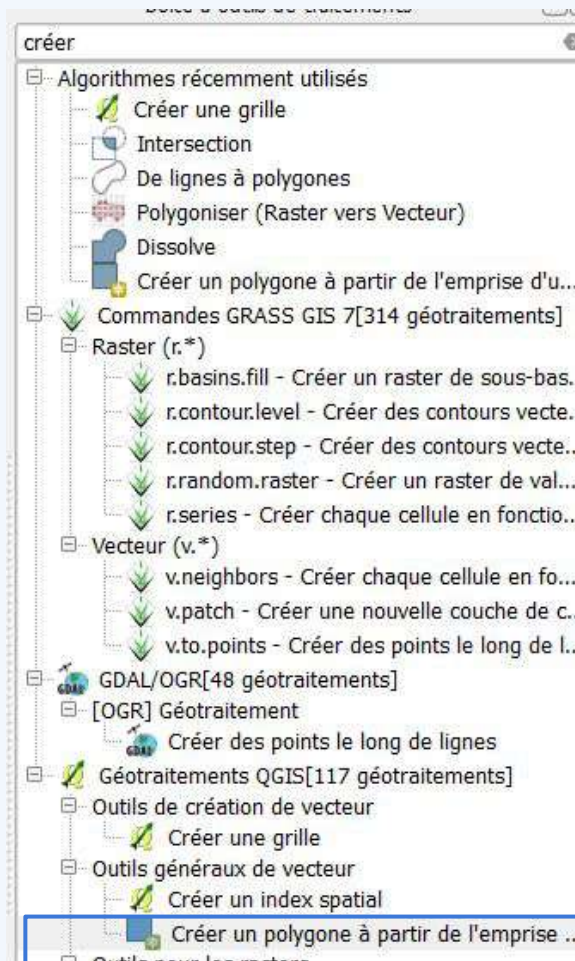
- Découpe de la plaque

# Export du fichier

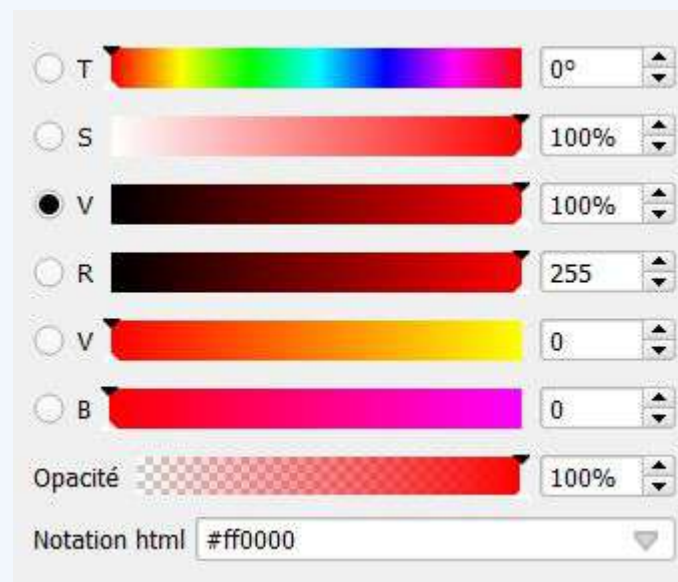
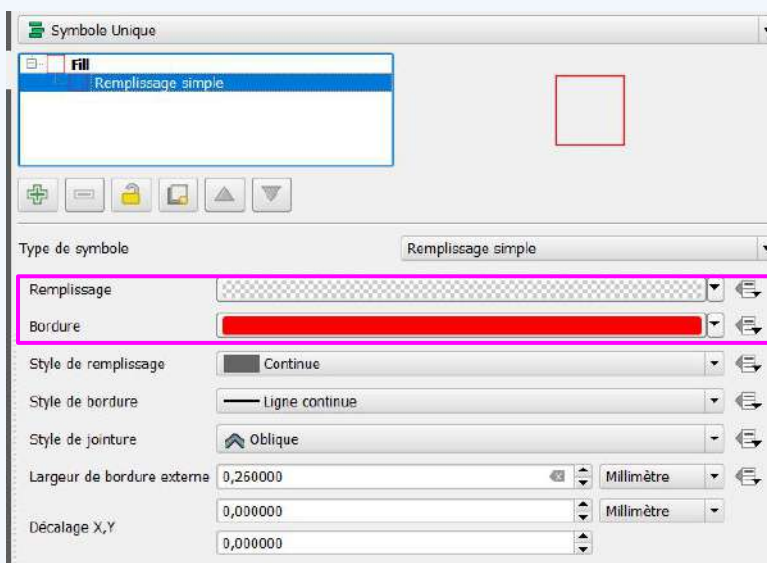
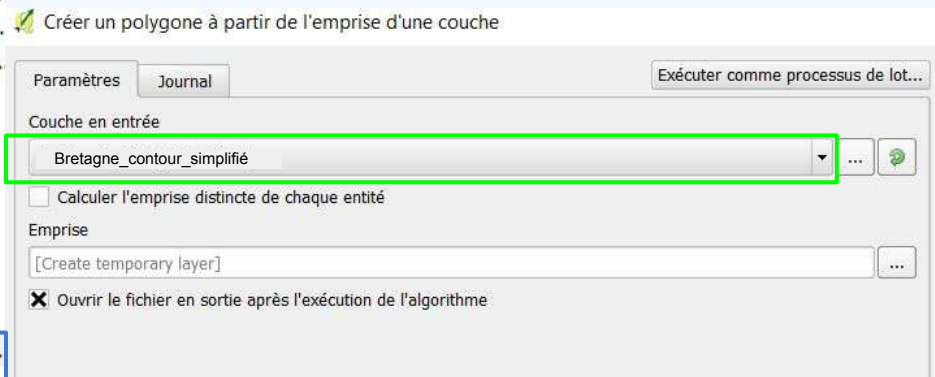
## QGIS

### Création de l'emprise

La création d'une emprise permet de dessiner de manière automatique un cadre autour de notre couche. Cela permet de créer une zone de découpe propre et homogène pour toutes nos plaques.



Pour créer l'emprise aller sur l'outil "Créer un polygone à partir de l'emprise d'une couche" dans la boîte à outils. Ensuite sélectionnez l'emprise du fichier et colorez les contours en rouge (#ff0000) de l'emprise via l'onglet style du menu propriétés.



# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

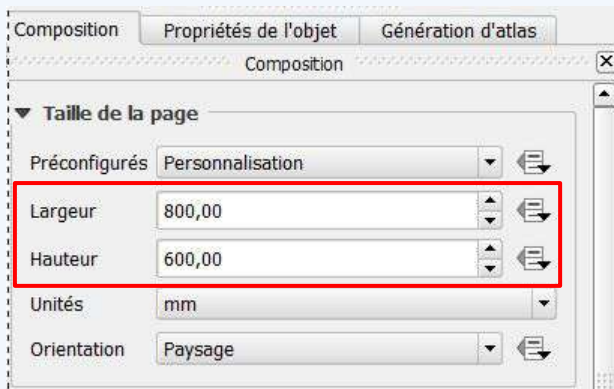
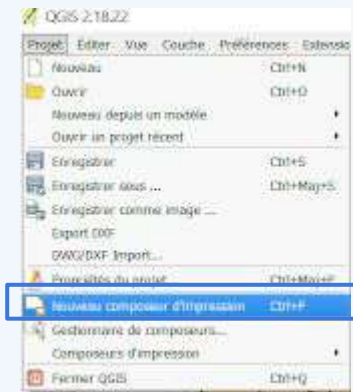
# Export du fichier

## QGIS

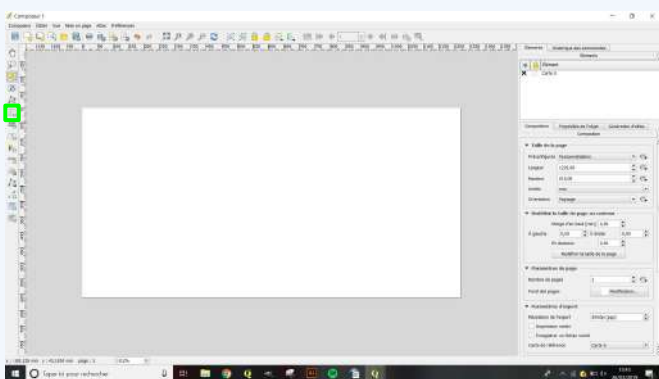
Cette étape permet d'afficher sur une feuille blanche au dimension souhaitée, l'étendue de notre projet (ici, la Bretagne).

## Composeur d'impression

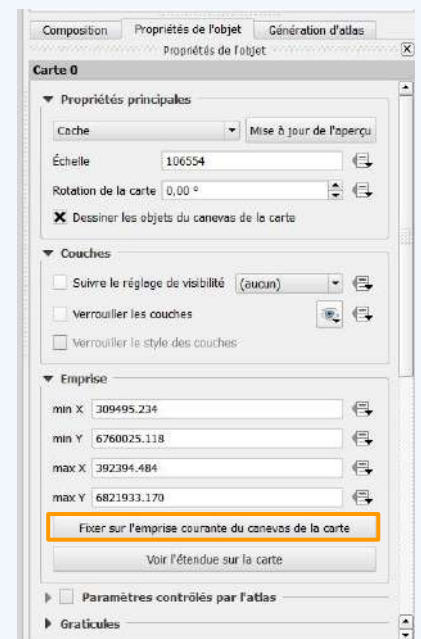
Pour accéder au composeur d'impression => fichier => [nouveau composeur d'impression](#).



L'onglet « **composition** » du composeur nous informe sur les dimensions, plusieurs types de format sont proposés. Cependant, il est aussi possible de personnaliser ses dimensions (en l'occurrence on inscrit **les dimensions des plaques** achetées). Les unités peuvent être en mm ou bien en pouces (il faut vérifier qu'ils sont en mm ou les convertir).



L'icône « **ajouter une nouvelle carte** » permet de représenter dans la zone d'export le canevas affiché sur l'interface de QGIS (bien penser à avoir la zone qui prend toute l'emprise du canevas et uniquement les courbes de niveau). Pour faire fonctionner ce bouton il faut glisser la souris sur la feuille du composeur d'impression.



Cliquez sur « **Fixer sur l'emprise courante du canevas de la carte** » de l'onglet « propriétés de l'objet ». Cet outil permet de bien recentrer l'emprise du canevas sur la feuille.

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

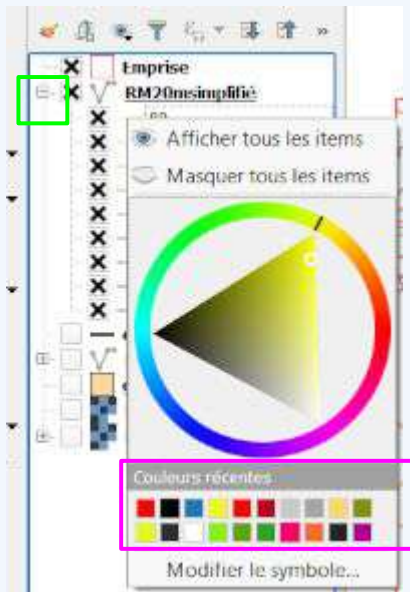


# Export du fichier

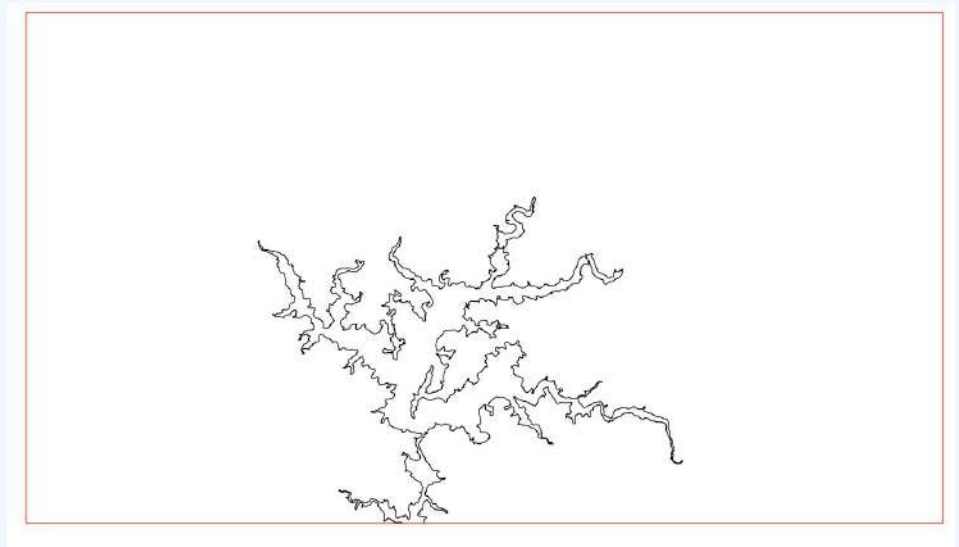
## QGIS

Pour cette étape, il faut faire un vas et viens entre la fenêtre de travail classique et la fenêtre du composeur d'impression.

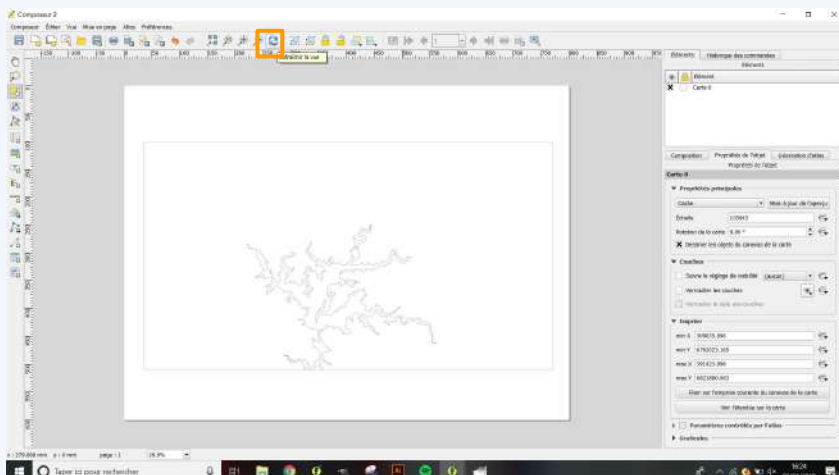
### Elaboration de la plaque (base)



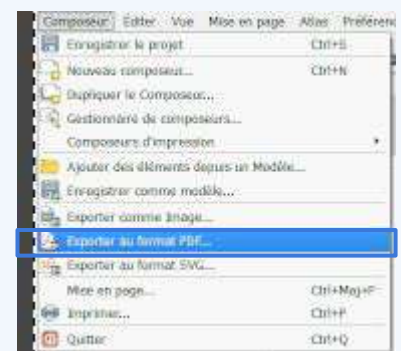
Dans l'espace de travail classique, **déroulez toutes les courbes du fichier** et décochez les courbes qui ne sont pas concernées pour l'élaboration de la base (toutes les plaques sauf la 1ère). Coloriez cette ligne en noir (#000000) (**clic droit pour accéder à l'interface**).



Cliquez sur **“rafraîchir la vue”** pour actualiser le composeur d'impression.



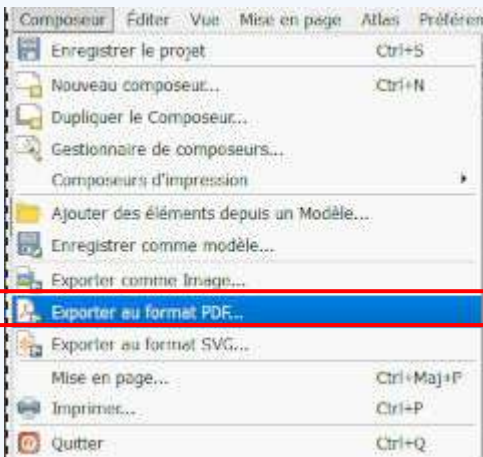
Ensuite pour l'exporter : cliquer sur l'onglet composeur => **exporter au format PDF** sous un nom simple (ex : plaque\_1).



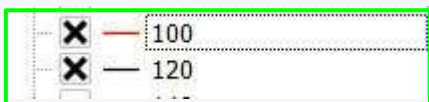
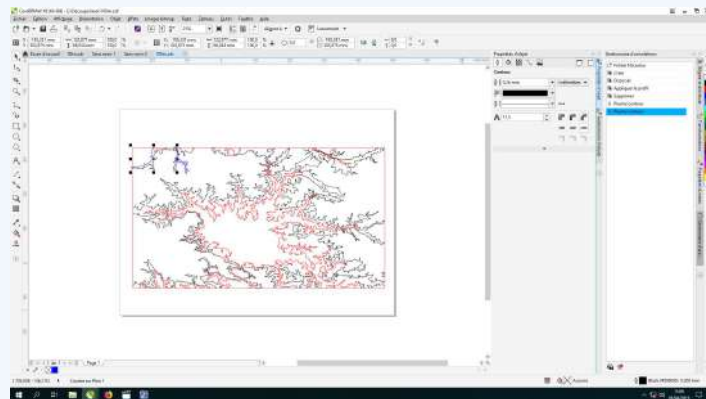


# QGIS

Il est nécessaire d'exporter en PDF tous les pas d'altitudes séparément. La couleur noir est un code que la machine interprète comme de la gravure. La couleur rouge comme de la découpe. Sur chaque plaque, la ligne d'altitude supérieur est gravée et celle inférieur découpée. Cela permet un montage simplifié de la maquette.



Ensuite revenez au plan de travail classique (tout en laissant le composeur d'impression ouvert). Colorer la 1ère ligne en rouge, **cochez et coloriez la seconde en noir** (#000000), puis **rafraichissez** et **enregistrez** la sous un autre nom (ex : plaque\_2).



Refaire cette même étape en décochant la 1ère ligne, coloriant la 2<sup>nd</sup>e en rouge, cochez et coloriez la 3<sup>ème</sup> en noir. Rafraîchissez, enregistrez et répétez ces étapes jusqu'à la fin.

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

# Impression

## CorelDRAW X8

### Paramétrage de découpe

Ouvrez Corel Draw X 8.

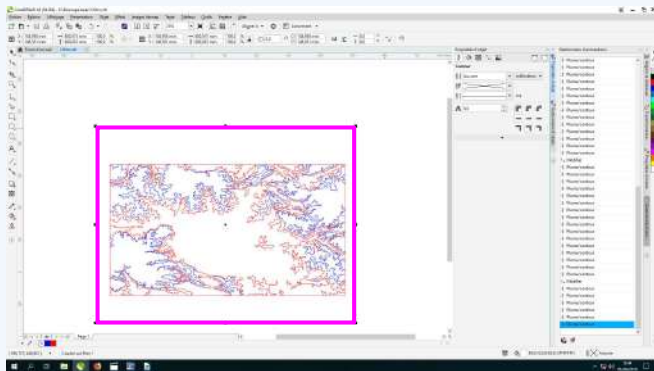
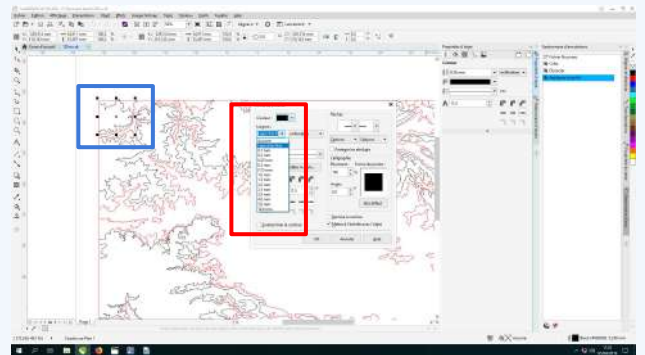
Ouvrez le fichier PDF (Fichier → ouvrir). Ensuite, **supprimez l'une des feuilles blanches automatiquement générées par Qgis** (il y en a deux, mais la plus grande des deux est gênante pour la suite, alors que la plus petite est indispensable).

Puis, sélectionnez **ligne par ligne** en configurant **la largeur en « ligne très fine »** en vérifiant les codes pour les couleurs.

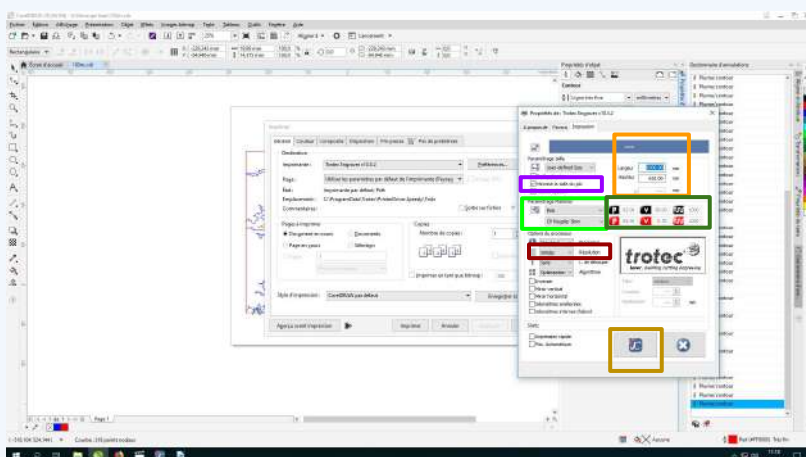


Corel DRAW  
Graphics Suite X8

Maintenant, il est nécessaire de changer d'environnement. Le logiciel CorelDraw X8 est très utilisé dans les FabLabs avec des découpeuses lasers. C'est un logiciel libre.



Ensuite, nous allons configurer certains paramètres (fichier -> imprimer -> préférences). On vérifie la largeur et la hauteur 1000\*610 (pour notre machine). On sélectionne **notre matière** et l'épaisseur (ici bois 5 mm même si on a du carton 3 mm en réalité) et cocher la case : "**minimise la taille du job**". S'assurer que les **paramètres du rouge et du noir** sont bien remplis.



Nous pouvons jouer avec la **résolution** pour gagner du temps, attention cependant, une baisse de résolution entraîne une baisse de précision. Puis, on envoie le modèle dans le logiciel Trotec JobControl en cliquant sur **le logo du Job Trotec**.

Le modèle s'envoie automatiquement dans l'autre logiciel (Trotec JobControl).

# Sommaire

## Tutoriel

### QGIS

- Ajouter des couches Flux
- Enregistrer couche raster
- Interrogation de la donnée
- Création des courbes de niveau
- Supprimer les petites lignes
- Simplifier les lignes
- Catégorisation
- Création de l'emprise
- Composeur d'impression
- Élaboration des plaques

### Corel Draw X8

- Paramétrage de découpe

### JobControl

- Découpe de la plaque

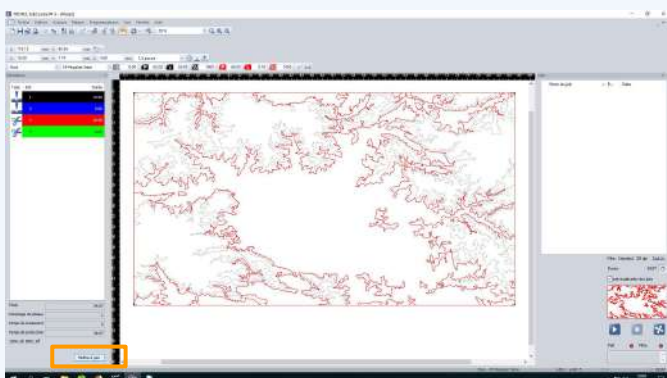
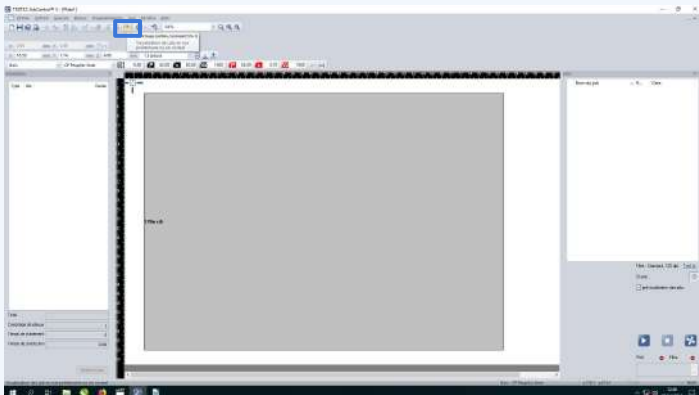
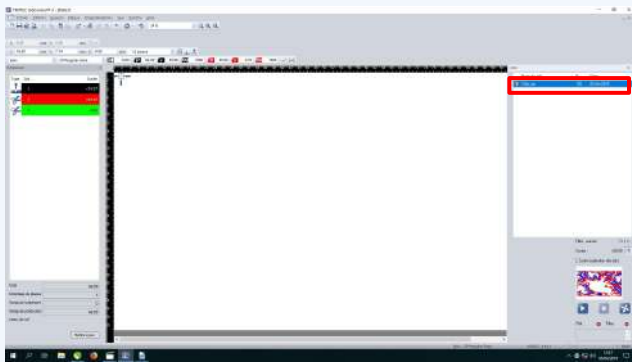
# Impression

## Trotec JobControl

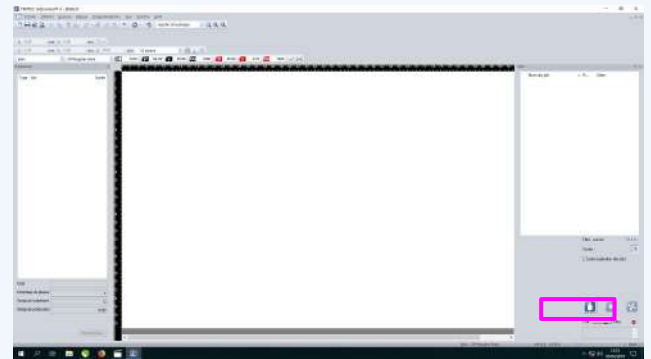
### Découpe de la plaque



Allez sur la fenêtre JobControl.



Le logiciel JobControl est le logiciel spécifique à la découpeuse laser Trotec Speedy 400. Il doit être ouvert au préalable pour que Corel Draw X 8 fasse le lien et que le job s'affiche correctement.



Connectez le logiciel à l'imprimante en cliquant sur « **Connexion** ».

L'emplacement de la buse de l'imprimante va apparaître. Vérifiez que votre modèle ne dépasse pas de votre support en déplaçant la buse directement à partir de la machine. Il n'est pas nécessaire de replacer la buse en haut à gauche avant de lancer l'impression.

On fait **glisser** le modèle sur la page et il s'affiche en noir ou en gris. On clique sur **l'œil** situé en haut à gauche pour afficher notre modèle.

Il faut vérifier qu'il n'y a pas eu de modifications ou de changements anormaux.

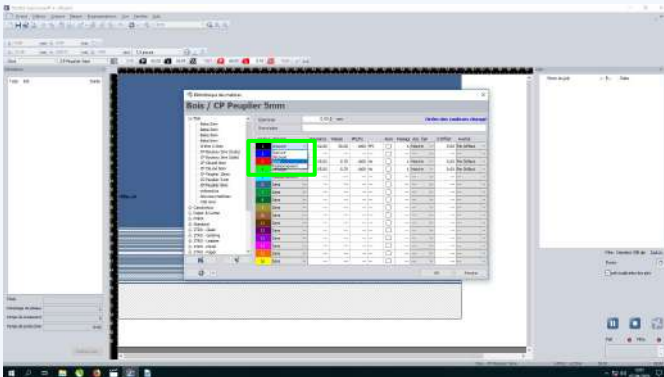
Cliquez sur « **Mise à jour** » en bas à gauche de votre écran pour avoir un aperçu du temps de la gravure et de la découpe de votre projet .

# Impression

## Trotec JobControl

Il est nécessaire de se référer au FabManager pour connaître les spécificités de la machine.

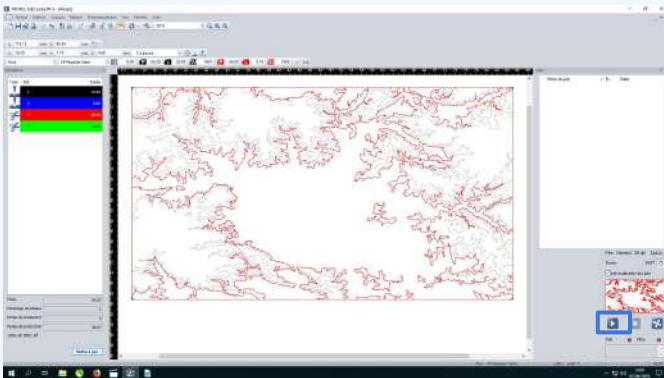
### Découpe de la plaque



Ensuite on ajuste les paramètres (double clic sur la fenêtre) pour la gravure et la découpe.

Comme votre gravure est en noire cliquer sur la gravure bleue et sélectionner « sans ».

Enlevez également le vert si vous n'en avez pas besoin. Puis cliquer sur ok.



Allumez la ventilation.

Le capot doit être fermé.

Puis Cliquez sur « prêt ».

N'ouvrez pas la machine avant la fin de la découpe.

Une fois terminée vous pouvez sortir votre plaque ! Pensez à nettoyer la machine si votre matériel a laissé des copeaux ou des morceaux.

Répétez l'opération pour chaque courbes de niveau.

Collez ensuite par superposition de plaque pour obtenir le relief.

Attention : il peut y avoir de petits morceaux. Ne les confondez pas avec les déchets !



# Pour aller plus loin

## Ultimaker 2+

### QGIS 2.18

« Manuel d'utilisation de QGIS »

[En ligne : [https://docs.qgis.org/2.18/fr/docs/user\\_manual/](https://docs.qgis.org/2.18/fr/docs/user_manual/)].

« WMS - Réutilisation avec QGIS »

[En ligne : <https://cms.geobretagne.fr/content/reutilisation-avec-qgis>].

### Corel Draw X8

« Notice d'utilisation », *Corel Draw X8*,

[En ligne : [https://www.central-manuels.com/manuel\\_notice\\_mode\\_emploi\\_marque/corel.php](https://www.central-manuels.com/manuel_notice_mode_emploi_marque/corel.php)].

### Trotec JobControl

« Manuel de gravure et découpe laser », Trotec JobControl

[En ligne : <https://www.troteclaser.com/fr/contact/service-technique/manuels/>].