

# Cartopâtisserie en relief

Avant de faire un gâteau représentant fidèlement le relief d'un massif montagneux, il faut fabriquer le moule. L'opération est simple dans son principe même si sa réalisation demande un peu de savoir-faire et beaucoup de patience.

On utilise le modèle numérique de terrain de l'IGN qui décrit le relief de l'ensemble du territoire français, Les fichiers et les programmes permettant de les traiter sont mis à disposition gratuitement par l'IGN.

On extrait la portion de territoire choisi et on l'imprime à l'aide d'une imprimante 3D. On dispose alors d'un modèle en plastique. A partir de ce modèle on coule du silicone alimentaire pour obtenir un moule « négatif » dans lequel on pourra faire le gâteau.

Note : le « mode d'emploi » qui suit relate les premières expérimentations sur l'île de la Réunion. Depuis on s'est attaqué à d'autres massifs plus complexes : les Alpes (en plusieurs « pavés » jointifs de 28 cm de côté), les Vosges (22x28cm), le massif du Canigou (28x28cm), la boucle de la Moselle autour de Nancy (disque de 20cm de diamètre)...

Les impressions à l'imprimante 3D ont parfois duré jusqu'à 45 heures !

*Suivre ce lien pour un petit dossier en forme de roman-photo : [faire un moule](#)*

*Ce mode d'emploi est imparfait et il a vocation à être mis à jour  
(dernière mise à jour : 9 mai 2023)*

## Mode d'emploi

compte-rendu d'expérience

### Phase 1 : du modèle numérique de terrain au fichier STL

#### Accès aux données

Les données de relief sont nommées MNT (modèle numérique de terrain)

On utilise ici les modèles numériques de terrain de l'IGN : les fichiers se trouvent dans la BDALTI

Le format de fichier est .ASC

Les modèles numériques de terrain de l'IGN sont disponibles gratuitement.

Il existe plusieurs niveaux de précision : 1 mètre, 25 mètres, 75 mètres

Ici on utilise en général la précision à 75 mètres mais aussi 25 mètres pour certains moules

Les modèles de terrain de l'IGN décrivent l'ensemble du territoire de la France (outre-mer compris) et débordent légèrement sur les marges des pays voisins (avec parfois des trous, notamment dans les Alpes côté suisse et côté italien.

Note : il existe d'autres sources de données. Pour le monde entier, on peut explorer cette piste là <https://jthatch.com/Terrain2STL/> (la précision n'est que de 90m)

Pour le modèle numérique de l'IGN, les conditions d'utilisation des données sont là :

<https://www.etalab.gouv.fr/licence-ouverte-open-licence>

Pour trouver ces données :

<https://geoservices.ign.fr/documentation/diffusion/telechargement-donnees-libres.html#bd-alti>

On télécharge en zip la France métropolitaine ou une région d'outre-mer,

On dézippe et on obtient un dossier de ce style :

BDALTIV2\_2-0\_75M\_ASC\_RGR92UTM40S-REUN89\_D974\_2016-03-11

Dans les sous dossiers (DONNEES\_LIVRAISON) on trouve 4 MNT en format .ASC que l'on peut charger directement dans IGNMap (1 par 1 ou le dossier avec les 4 fichiers)

### **Utilisation du logiciel IGNMap**

On peut charger le logiciel gratuit IGNMap ici :

<https://ignmap.ign.fr/download.html>

Après avoir chargé le zip, dézippé et lancé le setup, IGNMap sera installé sur le PC.

Dans IGNMap, il faut d'abord importer les MNT souhaités (Fichier – Importer – Import d'un MNT ou import d'un répertoire de MNT). Il s'agit des fichiers au format ASC évoqués plus haut.

Ensuite, il faut sélectionner une zone rectangulaire

- soit à main levée avec l'outil de sélection (le crayon en carré bleu)

- soit en définissant les bornes (Xmin, Xmax, Ymin, Ymax) délimitant le rectangle à sélectionner

(pour cela, dans Affichage, cocher « inspecteur d'objet » et dans le panneau « inspecteur d'objet » qui s'affiche, choisir « liste de sélection » et renseigner les valeurs Xmin, Xmax, Ymin, Ymax ; cliquer sur la case « Km » permet de travailler avec des nombres entiers de kilomètres)

Attention : les modèles numériques de terrain sont des fichiers « lourds » et les capacités de traitement des logiciels et des ordinateurs sont assez facilement dépassées si l'on sélectionne un territoire trop vaste, surtout en zone de montagne au relief accidenté.

### **Afficher plusieurs couches avec transparence avec IGNmap**

Pour un besoin de repérage, on peut exploiter les possibilités du logiciel IGNmap pour afficher plusieurs couches avec transparence.

Pour cela, une fois chargé le modèle numérique de terrain du territoire qui nous intéresse :

- dans le menu "Outils" choisir "Connexion Openstreetmap"

Un menu va apparaître et proposer des données en flux (c'est à dire en ligne sur le site d'OSM) [tile.openstreetmap.org](http://tile.openstreetmap.org), faire OK

Un menu de superposition de couches qui va apparaître sur la droite (s'il n'apparaît pas, aller dans l'onglet Affichage et cocher "Espace de travail":

\* il y a 1 couche par MNT chargé affiché à 20% de transparence

\* il y a la couche [tile.openstreetmap](http://tile.openstreetmap.org) (qui est la carte OSM) qui s'affiche à 20%

Dans la fenêtre de droite, on peut sélectionner la transparence de chaque couche : si on met 0% pour la couche la plus basse, on ne verra que la dernière couche c'est à dire les données OSM

Si on charge d'abord le flux OSM puis les fichiers MNT, on aura les couches dans un autre ordre. On peut changer l'ordre en sélectionnant une couche et en cliquant sur le bouton de droite pour la faire monter ou descendre.

## Export STL

Pour créer un fichier stl utilisable par une imprimante 3D /

choisir le menu Outils – MNT – Export STL :

Là il faut entrer

- l'échelle planimétrique (par exemple 25000 pour faire du 1 : 25 000)
- l'exagération planimétrique (un facteur multiplicatif appliqué aux altitudes, souvent nécessaire pour bien rendre visible le relief ; par exemple 2 pour les Alpes, 4 pour les Vosges mais 1 pour l'île de la Réunion).

*Note : on peut aussi laisser ce facteur à 1 et jouer sur les échelles dans la suite du traitement.*

- le pas (par exemple 1 mm).

Par exemple, si l'on choisit une zone de 10 km sur 10 km sur le terrain en prenant une échelle planimétrique 1 : 25 000 et un pas de 1 mm, on aura : une dimension théorique de la sortie de 40 cm x 40 cm et un fichier STL de 400 x 400 points

Le modèle numérique de terrain ne décrit que le terrain, c'est à dire une surface, Pour l'impression en 3D on aura besoin d'un volume. Une option «affichage des bords» a donc été rajoutée (cocher la case) ainsi que le choix de l'altitude Zmin à prendre comme référence pour le plancher (par défaut un Zmin automatique est calculé en fonction du terrain sélectionné ; si l'on veut imprimer un terrain formé de plusieurs blocs contigus il faut choisir un Zmin commun à tous les blocs,

Ensuite quand on appuiera sur « Calculer », IGMap demandera le nom du fichier STL à créer et générera le fichier à l'endroit demandé.

### **Attention ! cela peut demander beaucoup de temps**

Ce fichier STL peut être lu par un logiciel 3D

## **Phase 2 : du fichier STL à l'impression 3D**

Dans cette étape on adapte le fichier pour définir le résultat attendu de l'imprimante :

- modification éventuelles des échelles XY (pour choisir la dimension finale)
- modification éventuelle de l'échelle Z (pour accentuer le relief)
- rajout ou non d'un socle ou d'un plancher
- découpage éventuel pour sélectionner une partie (par exemple extraire un cylindre du rectangle sélectionné)
- rotation éventuelle (utile pour une île allongée que l'on veut imprimer sur la diagonale du plateau de l'imprimante)

Ici on a travaillé avec le logiciel IceSl

Note : Lorsqu'on importe dans IceSl le STL issu de IGMap, le résultat est minuscule et l'échelle doit être multipliée par 100 pour obtenir la dimension souhaitée (explication possible : la norme STL n'est pas interprétée de façon universelle d'un logiciel à l'autre?)

### **Phase 3 : impression 3D**

Le Gcode a été généré par IceSl (donc sans passage par un STL intermédiaire) avec les paramètres standard du profil « PLA impression standard »

Durée annoncée 5h 46 ; durée réelle ? (non mesurée) ; 33,4 m de filament

Imprimante Artillery Sidewinder X1 (plateau 33x33 cm)

PLA PolyMax (très haute qualité) noir

Note : impression sans problème, résultat impeccable

### **Phase 4 : moulage en silicone alimentaire**

Le silicone alimentaire se présente sous forme liquide : on y ajoute 10 % de catalyseur.

Il est assez coûteux (environ 85€ le kilo)

Dans les essais précédents, 2 techniques de coulage ont été utilisées, chacune présentant des avantages et des inconvénients (voir le détail dans l'annexe « essais de moulage »

Ici on a expérimenté une troisième technique :

- disposer le modèle sur un plaque lisse de taille supérieure au modèle ; ici on a utilisé une plaque de verre ; maintenir le modèle sur la plaque pour éviter qu'il bouge pendant l'opération et aussi pour éviter que le silicone ne s'infiltrer sous le modèle ; on a utilisé un bâton de colle blanche de bureau (s'enlève à l'eau chaude après l'opération)
- entourer le modèle par un boudin de pâte à modeler spéciale disposé à 1cm du modèle ; ce mur d'enceinte est destiné à empêcher le silicone de s'étaler trop loin
- enduire le modèle de vaseline avec un petit pinceau pour éviter toute adhérence du silicone sur le modèle ; bien repasser avec un petit pinceau pour ôter tout excès de vaseline
- une fois ce dispositif en place, on prépare le silicone et on le verse par petites quantités en visant les points les plus élevés du relief ; on passe tous les creux avec un petit pinceau pour s'assurer que le silicone y pénètre bien
- le silicone est assez visqueux et se répand doucement mais sûrement vers le bas ; si on laisse faire il délaisse les sommets pour s'entasser dans la mer ; avec un pinceau on remonte en continu le silicone du bas vers les sommets ; au bout d'un temps assez long (ici : 2h30 de travail de patience) le silicone commence à prendre et à rester suffisamment accroché aux sommets ;

Le modèle ayant été imprimé en noir et le silicone étant blanc, le but est que le noir soit suffisamment recouvert pour que l'on ne voit plus que du blanc.

Quand le silicone ne s'écoule plus vers le bas, on le laisse prendre (au moins 16 heures) avant de démouler

Note : on pourrait imaginer de varier la technique en laissant le silicone prendre suffisamment avant de le verser ; il faut cependant prendre garde que le silicone « frais » est assez fluide pour épouser tous les détails du relief alors que le silicone « proche de la prise » devient plus épais et moins malléable

Note : cette technique demande de la patience et de la délicatesse dans l'opération de coulage mais demande moins de préalables et utilise le minimum de silicone alimentaire : ici on a utilisé 100g de silicone (+10 g de catalyseur)

Après le séchage, on démoule en écartant du modèle la peau formée par le silicone. Avec la technique utilisée, le moule en silicone est suffisamment fin pour se détacher sans difficultés, d'autant que l'on a enduit le modèle de silicone. On nettoie le tout.

Le moule obtenu s'apparente plus à une peau qu'à un moule rigide, il convient donc de lui donner un support rigide pour pouvoir l'utiliser en pâtisserie. Pour cela, on laisse le modèle fixé sur sa plaque et l'on enlève le boudin de pâte à modeler. On replace le moule en silicone sur le modèle pour qu'il conserve bien sa forme et l'on applique dessus des bandes plâtrées qui formeront une coque rigide.

Pour la pâtisserie on utilisera le moule silicone maintenu dans sa coque rigide ; celle-ci étant amovible, les opérations de démoulage de la pâtisserie seront facilitées

### **Pâtisserie avec le moule cartographique**

Remarque préalable : le moule réalisé forme l'île de la Réunion ; l'épaisseur varie de 0 à 3 cm (entre le niveau de la mer et 3000 mètres d'altitude). On ne pourra donc utiliser ce moule que pour des gâteaux fins, soit qui se suffiront à eux-mêmes (biscuits) soit qui viendront coiffer un gâteau plus épais ; avec les dimensions du modèle, le gâteau support pourra être rectangulaire (minimum 17x23 cm) ou cylindrique (diamètre minimum 24 cm)

**essai 1** : gâteau classique dans un cadre rectangulaire 23x17 cm

base : Royal chocolat noir, cœur d'oranges amères

relief : coque de chocolat au lait, cœur crème vanille aux éclats de nougatine

Le chocolat est appliqué au pinceau pour bien épouser le relief ; après un séjour au frigo on applique une deuxième couche de chocolat

On remplit l'intérieur de crème et on met le tout au congélateur (le but de la congélation est de donner à l'ensemble une solidité suffisante pour résister au démoulage). A la sortie du congélateur, on démoule et on pose le relief sur le gâteau de base

Note : le gros avantage du chocolat est qu'il conserve très bien le relief dans toute sa finesse ; l'inconvénient c'est qu'il forme une coque dure qui est difficile à découper proprement (surtout quand le relief est posé sur un gâteau assez mou comme le Royal chocolat dont la couche supérieure est formée de mousse au chocolat). Pour découper, j'ai utilisé une scie à génoise (fil fin) : ça marche mais c'est très délicat et assez long ; peut-être tester un fil chaud (ou à la rigueur un couteau chaud).

**essai-2** : biscuit Fondant chocolat aux betteraves

La pâte du biscuit est coulée dans le moule et l'on met au four. Évidemment la pâte gonfle à la cuisson et déborde en hauteur (tout en se rétractant légèrement sur les bords).

Après démoulage le relief est assez bien conservé (même s'il n'est pas aussi précis que le chocolat)

**essais à faire :**

- biscuit dur (choisir une pâte qui ne varie pas de volume à la cuisson)

- crème (style bavaroise) qui épouserait bien le relief en gardant une bonne tenue après décongélation

## **Annexe 1 : différentes techniques pour réaliser le moule en silicone**

Les premiers essais avaient été réalisés sur une portion de l'île de la Réunion (piton de la fournaise). On a réalisé à l'imprimante 3D un modèle rectangulaire (11,5x16 cm) comportant un socle ; l'épaisseur du modèle varie de 8mm (niveau de la mer) à 30 mm (piton de la Fournaise). La base est donc bien rectangulaire (et non ondulante en suivant le trait de littoral comme dans la version actuelle)

Pour couler le silicone on a réalisé à l'imprimante 3D un cadre de moulage débordant le modèle de 2mm (à droite, à gauche, devant, derrière et en hauteur) avec un dispositif de calage permettant au modèle d'être exactement positionné par rapport au cadre.

**Essai 1** : On a ensuite coulé le silicone sur le modèle jusqu'à ce que le silicone remplisse entièrement le cadre dans toutes les dimensions.

Cette technique assez facile présente le gros inconvénient de consommer une grande quantité de silicone ; par ailleurs le moule résultant est fin à certains endroits (au minimum 2mm) mais très épais à d'autres (jusqu'à 30 mm sur le littoral), ce qui peut rendre le démoulage difficile.

**Essai 2** : On a, en plus du cadre décrit précédemment, réalisé un contre-moule imprimé en 3D. Ce contre-moule est formé du négatif du modèle, complété par un dispositif de calage permettant de le positionner exactement par rapport au modèle et au cadre de coulage de façon à ce que l'épaisseur du silicone soit de 2mm partout

## **Et la suite des autres gâteaux...**

Après ce premier essai, j'ai réalisé des moules « entiers » permettant de réaliser l'ensemble du gâteau dans le moule.

Moules réalisés à ce jour (été 2022) :

- La « poule des Alpes » : territoire carré de 70 km de côté incluant une partie des Alpes (La Tarentaise, la Maurienne, la Vanoise...) , ce qui donne un moule de 28cm x 28cm (exagération du relief x 2). La hauteur du moule est d'environ 4,5 cm qui est la hauteur classique d'un moule à entremets.
- La haute vallée de la Durance avec Briançon, les Écrins, le Queyras... Ce moule, également de 28 x 28, s'ajuste exactement au premier ce qui permet de faire deux gâteaux jointifs.
- Le massif des Vosges (rectangle de 22 x 28 cm ; exagération du relief x 2)
- La boucle de la Moselle autour de Nancy (cercle de 20 cm de diamètre ; exagération du relief x 12) Ici la précision du modèle numérique de terrain est de 25 m (alors que les précédents utilisaient la précision à 75 m)
- Le mont-Blanc (rectangle 10 x 18 cm). Petit format pour tester la réalisation du modèle en impression résine...