



# FragScape v1.0

## Notice d'utilisation

21/3/2019

Mathieu Chailloux (IRSTEA / UMR TETIS) - [mathieu.chailloux@irstea.fr](mailto:mathieu.chailloux@irstea.fr)

Jennifer Amsallem (IRSTEA / UMR TETIS) - [jennifer.amsallem@irstea.fr](mailto:jennifer.amsallem@irstea.fr)

Jean-Pierre Chéry (AgroParisTech / UMR TETIS) - [jean-pierre.chery@teledection.fr](mailto:jean-pierre.chery@teledection.fr)

# Table des matières

---

<b>1 Aperçu</b>	<b>3</b>
1.1 Indicateurs de fragmentation du paysage . . . . .	3
1.1.1 Degré de fragmentation du paysage . . . . .	3
1.1.2 Nombre effectif de mailles . . . . .	3
1.1.3 Taille effective de maille . . . . .	3
1.1.4 Méthode « Cross-Boundary Connection » (CBC) . . . . .	4
1.2 Installation . . . . .	4
1.3 Interface graphique . . . . .	4
<b>2 Étapes</b>	<b>5</b>
2.1 Paramètres . . . . .	5
2.2 Occupation du sol . . . . .	6
2.3 Fragmentation . . . . .	7
2.4 Résultats . . . . .	8
<b>3 Exemple</b>	<b>9</b>
<b>4 Pour aller plus loin...</b>	<b>10</b>
4.1 Temps d'exécution . . . . .	10
4.2 Fichier de configuration . . . . .	10
4.3 Algorithmes . . . . .	11
<b>5 FAQ</b>	<b>11</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>12</b>

# 1 APERÇU

---

*FragScape* est un plugin QGIS permettant de calculer les indicateurs de fragmentation du paysage définis dans l'article « Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation » (Jaeger 2000). Parmi ces indicateurs, la taille effective de maille est très largement utilisée pour quantifier la fragmentation du paysage. *FragScape* définit une procédure en 4 étapes depuis les données brutes jusqu'au calcul des indicateurs et permet de sauvegarder la configuration de l'outil afin de pouvoir reproduire les résultats.

## 1.1 INDICATEURS DE FRAGMENTATION DU PAYSAGE

Jaeger définit dans son article (Jaeger 2000) trois nouvelles mesures de fragmentation du paysage :

- le degré de fragmentation du paysage
- le nombre effectif de mailles
- la taille effective de maille

Pour calculer ces indicateurs, les éléments du paysage considérés comme fragmentants sont retirés. Les éléments restants sont appelés « patchs ». Le paysage est alors composé de  $n$  patchs. La superficie d'un patch est notée  $A_i$  avec  $1 \leq i \leq n$ . La superficie totale du territoire d'étude est notée  $A_t$ .

### 1.1.1 Degré de fragmentation du paysage

Le degré de cohérence ( $C$ ), une mesure auxiliaire, est défini comme la probabilité que deux points choisis aléatoirement dans le territoire soient connectés (c.à.d. non séparés par des éléments fragmentants comme des routes ou des zones urbaines).

Le degré de fragmentation du paysage ( $D$ ) est défini comme la probabilité que deux points choisis aléatoirement dans le territoire ne soient *pas* connectés.

$$C = \sum_{i=1}^n \left( \frac{A_i}{A_t} \right)^2 \quad D = 1 - C$$

### 1.1.2 Nombre effectif de mailles

Le nombre effectif de mailles ( $S$ ) est défini comme le nombre de patchs obtenu en découplant la superficie totale du territoire par une maille régulière de telle façon que la nouvelle configuration mène au même degré de fragmentation que la configuration initiale :

$$S = \frac{A_t^2}{\sum_{i=1}^n A_i^2}$$

$S$  peut être interprété comme le nombre effectif de mailles effectif d'un réseau avec une taille de maille constante divisant le territoire en  $S$  patchs de taille  $A_t/S$ .

### 1.1.3 Taille effective de maille

La taille effective de maille ( $m$ ) correspond à la taille des patchs quand le territoire est divisé en  $S$  patchs (chacun de même taille  $A_t/S$ ) avec le même degré de fragmentation que la configuration initiale :

$$m = \frac{A_t}{S} = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i^2$$

La densité de mailles ( $s$ ) correspond au nombre de mailles par unité de surface. Le produit net ( $N$ ) est défini comme le produit de la taille effective de maille  $m$  par la superficie totale du territoire.

$$s = \frac{S}{A_t} = \frac{A_t}{\sum_{i=1}^n A_i^2} = \frac{1}{m} \quad N = m \cdot A_t = \sum_{i=1}^n A_i^2$$

#### 1.1.4 Méthode « Cross-Boundary Connection » (CBC)

Comme d'autres indicateurs du paysage basés sur la notion de patch, les indicateurs définis ci-dessus peuvent être biaisés car les limites du territoire sont considérées comme fragmentantes et peuvent ainsi artificiellement découper les patchs. Pour répondre à ce problème, l'article « Modification of the effective mesh size for measuring landscape fragmentation to solve the boundary problem » (Moser et al. 2007) propose une nouvelle méthode de calcul.

Cette méthodes, appelée *cross-boundary connections* (CBC), inclut la superficie des patchs à l'extérieur des « frontières » du territoire. La superficie totale d'un patch est notée  $A_i^{cmpl}$ . La somme de la superficie des patchs est notée  $A_{total}^{cmpl}$ . La formule de la taille effective de maille d'après la méthode CBC est alors :

$$m = \frac{1}{A_t} \sum_{i=1}^n A_i \cdot A_i^{cmpl}$$

Les autres indicateurs sont adaptés à la méthode CBC, ainsi les expressions  $\sum_{i=1}^n A_i^2$  et  $A_t^2$  sont respectivement remplacées par les expressions  $\sum_{i=1}^n A_i \cdot A_i^{cmpl}$  et  $A_t \cdot A_{total}^{cmpl}$ .

## 1.2 INSTALLATION

*FragScape* est un plugin QGIS. *FragScape* a été testé sur différents systèmes d'exploitation : Ubuntu bionic, Windows 10 et macOS Sierra.

### Encart 1 : Prérequis

**La version de QGIS doit être supérieure ou égale à 3.4.0.**

Pour installer *FragScape*, ouvrir QGIS:

- aller dans le menu Extension
- ouvrir la fenêtre Installer/Gérer les extensions
- aller dans l'onglet Paramètres et vérifier que l'option Montrer les extensions expérimentales est cochée
- retourner dans l'onglet Toutes, taper *FragScape* dans la barre de recherche, sélectionner le résultat et appuyer sur le bouton Installer le plugin

Une fois installé, l'icône  de *FragScape* devrait apparaître dans la barre d'outils de QGIS.

Si ce n'est pas le cas, aller dans le menu Extension et une entrée *FragScape* devrait être présente.

Si ce n'est toujours pas le cas, l'installation a échoué. Vérifier les messages d'erreur ou contacter l'équipe de support.

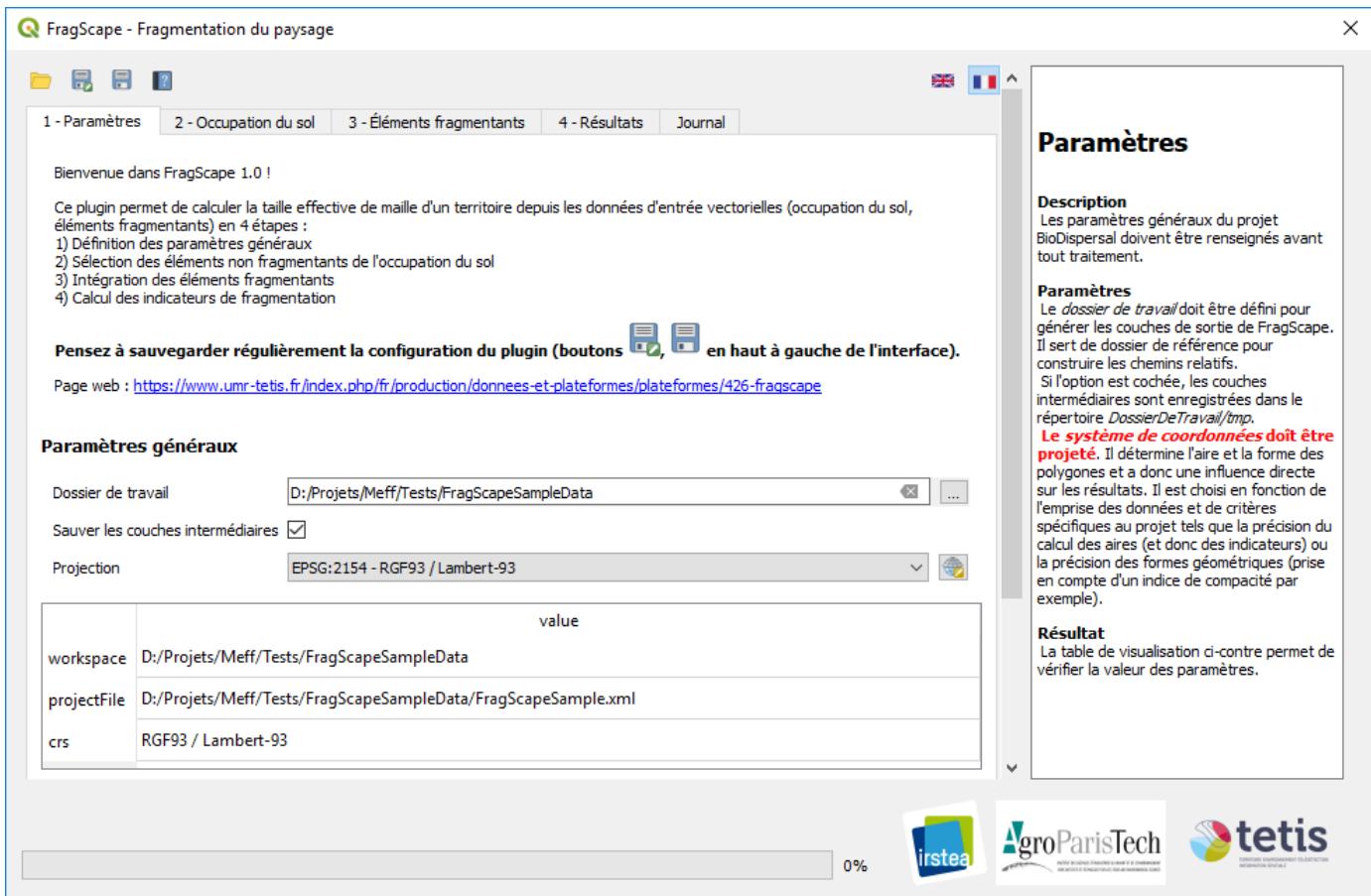
## 1.3 INTERFACE GRAPHIQUE

La figure 1 montre un aperçu de l'interface de *FragScape*. Elle est composée de 4 principaux éléments :

- la barre d'outils en haut : chargement/enregistrement de la configuration, changement de langue
- le panneau d'aide à droite : description de l'étape courante
- la barre de progression en bas : avancée du traitement en cours
- le fenêtre principale : contenu de l'étape courante

Dans la fenêtre principale, l'étape courante peut être composée de :

- paramètres à renseigner (Dossier de travail par exemple)
- une table de visualisation permettant de vérifier la valeur actuelle des paramètres
- des boutons d'action (Lancer la sélection par exemple)



**FIGURE 1:** Interface graphique de *FragScape* v1.0

## 2 ÉTAPES

*FragScape* définit une procédure en 4 étapes depuis les données brutes jusqu'au calcul des indicateurs.

### 2.1 PARAMÈTRES

La première étape est de définir les paramètres globaux du projet *FragScape* courant.

Le Dossier de travail doit être renseigné avec tout traitement car il définit le répertoire de sortie de *FragScape*. Le résultat de chaque étape est stocké dans *DossierDeTravail/outputs*. Attention au choix du dossier de travail car les fichiers déjà produits par *FragScape* dans ce répertoire seront effacés.

Si l'option Sauver les couches intermédiaires est cochée, les couches intermédiaires sont enregistrées dans le répertoire *DossierDeTravail/tmp*. Sinon, elles sont stockées dans le répertoire de traitements temporaire QGIS (le chemin est indiqué lors de sa création dans le journal).

La Projection est un système de projection cartographique qui doit être métrique et choisi en fonction de l'emprise des données. Il définit notamment la forme et la superficie des entités.

## 2.2 OCCUPATION DU SOL

La deuxième étape est de sélectionner les éléments de l'occupation du sol considérés comme non-fragmentants.

Pour ce faire:

- Sélection la couche d'occupation du sol (paramètre Couche d'entrée).
- Si besoin, cocher l'option Couper les données d'entrée et choisir la Couche de découpage.
- Choisir le Mode de sélection.
- Renseigner les critères de sélection (champs ou expression).
- Appuyer sur le bouton Lancer la sélection.

En mode Par valeur de champ, la sélection s'effectue ainsi :

- Choisir le Champ de sélection, le champ contenant la classe d'occupation du sol (par exemple CODE\_2012 pour les données Corine Land Cover 2012).
- Il est possible de choisir un Champ de description contenant la description des classes d'occupation du sol pour plus de clarté. Cette étape est optionnelle.
- Appuyer sur le bouton Afficher les valeurs de champ.
- Cocher les classes d'occupation du sol à sélectionner dans la colonne toSelect de la table.

En mode Par expression, la sélection est réalisée en renseignant une expression booléenne (c.à.d. pouvant être évaluée comme vraie ou fausse). Les entités vérifiant cette expression sont sélectionnées. Si l'expression est vide, toutes les entités sont sélectionnées.

La figure 2 montre un exemple d'utilisation de l'interface de sélection de l'occupation du sol.

The screenshot shows the 'Occupation du sol' tab of the FragScape software. The left side has a toolbar with icons for file operations, a search bar, and tabs for different steps. The main area is divided into sections: '1 - Couche d'entrée' (with dropdowns for 'Couche d'entrée' set to 'CLC12\_D034\_RGF\_clipped' and 'Couper les données d'entrée' checked), '2 - Sélection' (with dropdowns for 'Mode de sélection' set to 'Par valeur de champ', 'Champ de sélection' set to 'abc CODE\_12', and 'Champ de description [optionnel]' set to 'abc CODE\_12'), and a table of land use classes. The table has columns for 'value', 'description', and 'toSelect'. Rows include: 222 (Fruit trees and berry plantations), 223 (Olive groves), 231 (Pastures) with a checked checkbox, 242 (Complex cultivation patterns), 243 (Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation) with a checked checkbox, and 211 (Woodland forest). At the bottom is a 'Lancer la sélection' button. The right side has a panel titled 'Occupation du sol' with sections for 'Description' (about selecting non-fragmenting elements from a soil use layer), 'Paramètres' (describing the layer as covering the entire territory or a larger one for the CBC method), and 'Résultat' (instructions for launching the selection and saving the result). Logos for 'irstea', 'AgroParisTech', and 'tetis' are at the bottom right.

FIGURE 2: Onglet Occupation du sol de FragScape v1.0

## 2.3 FRAGMENTATION

La troisième étape est de sélectionner les éléments fragmentants.

Pour chaque type de fragmentation, il faut:

- Sélectionner la Couche d'entrée contenant les éléments de fragmentation (*roads.gpkg* par exemple)
- Si besoin, sélectionner l'option Couper les données d'entrée et choisir une Couche de découpage.
- Si besoin, renseigner une Expression booléenne. Les entités vérifiant cette expression seront sélectionnées. Si l'expression est vide, toutes les entités sont sélectionnées. L'expression doit être construite depuis le widget  $\Sigma$ .
- Renseigner une expression numérique définissant la zone Tampon. Obligatoire pour les données ponctuelles et linéaires. L'expression peut être variable et construite depuis le widget  $\Sigma$ .
- Renseigner un Identifiant (unique dans le projet) pour ce type de fragmentation.
- Appuyer sur le bouton Enregistrer la sélection. La sélection renseignée apparaît alors comme une nouvelle ligne dans la table de visualisation.

Une fois tous les éléments fragmentants renseignés, appuyer sur le bouton Intégrer les éléments fragmentants. Pour chaque sélection, les données sont sélectionnées et la zone tampon est appliquée. Les couches ainsi obtenues sont alors fusionnées et le résultat de cette fusion est utilisé pour calculer la différence avec la couche d'occupation du sol (l'intersection est supprimée). Enfin, cette différence est convertie en géométrie simple.

La couche finale produite par ces traitements est chargée dans QGIS et sauvegardé dans le fichier *Workspace/outputs/landuseFragmSingleGeom.gpkg*.

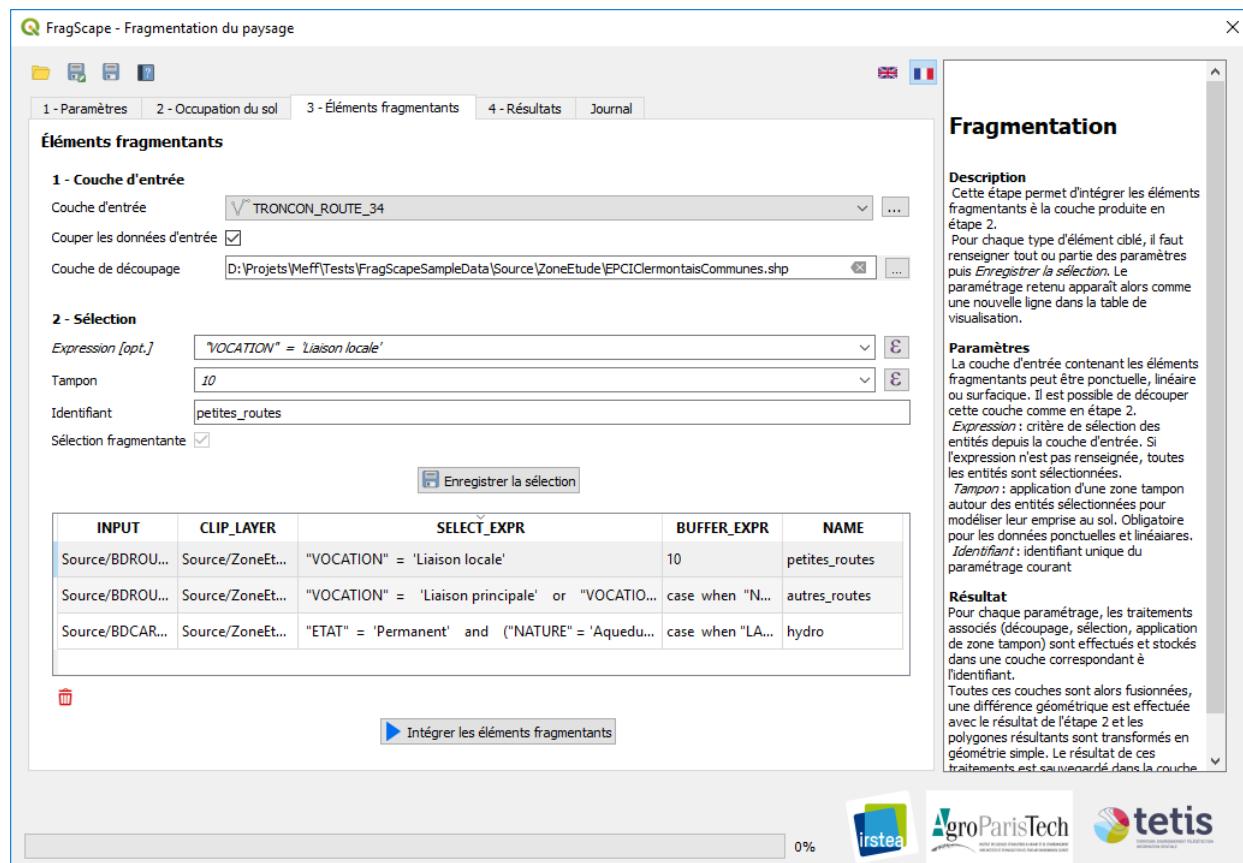


FIGURE 3: Onglet Eléments fragmentants de FragScape v1.0

## 2.4 RÉSULTATS

La quatrième étape est le calcul des indicateurs de fragmentation

Pour ce faire:

- Si besoin, Filtrer les patchs en renseignant une expression booléenne (basée sur la superficie par exemple)
- Renseigner la Couche de rapportage. Les indicateurs sont calculés pour chaque unité de rapportage. Pour calculer les indicateurs sur l'ensemble du territoire, la couche de rapportage doit ne contenir qu'une seule entité.
- Sélectionner la Méthode de découpage (cf section 1.1.4)
- Renseigner la Couche de sortie. Si la couche n'est pas reseignée, une couche mémoire est créée.
- Sélectionner l'Unité de surface (du mètre carré au kilomètre carré).
- Appuyer sur le bouton Calculer les indicateurs.

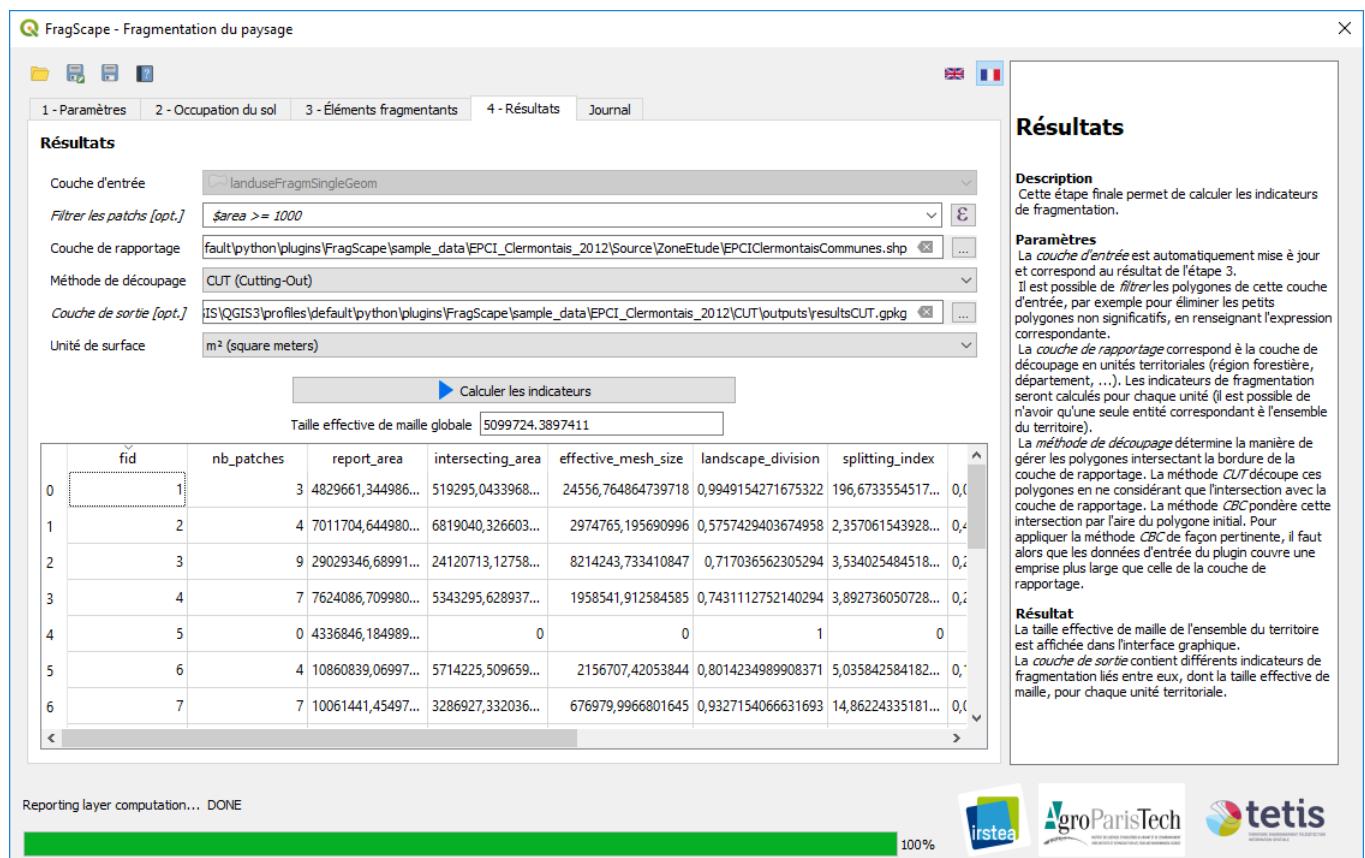


FIGURE 4: Onglet Résultats de FragScape v1.0

La figure 4 montre l'interface de cette dernière étape. Une fois les indicateurs calculés, la couche de sortie est chargée dans la table de visualisation et la taille effective de maille globale (sur l'ensemble du territoire) est affichée. La couche de sortie contient un champ pour chaque métrique définie en section 1.1 plus de nouveaux champs :

- nb\_patches: le nombre de patchs intersectant l'unité de rapportage
- report\_area: l'aire de l'unité de rapportage
- intersecting\_area: l'aire de l'intersection entre les patchs et l'unité de rapportage
- layer/path: couche temporaire contenant l'unité de rapportage initiale

### 3 EXEMPLE

Cette section montre un cas d'utilisation de *FragScape* basé sur les données d'exemple (fournies avec le plugin dans le répertoire `sample_data`).

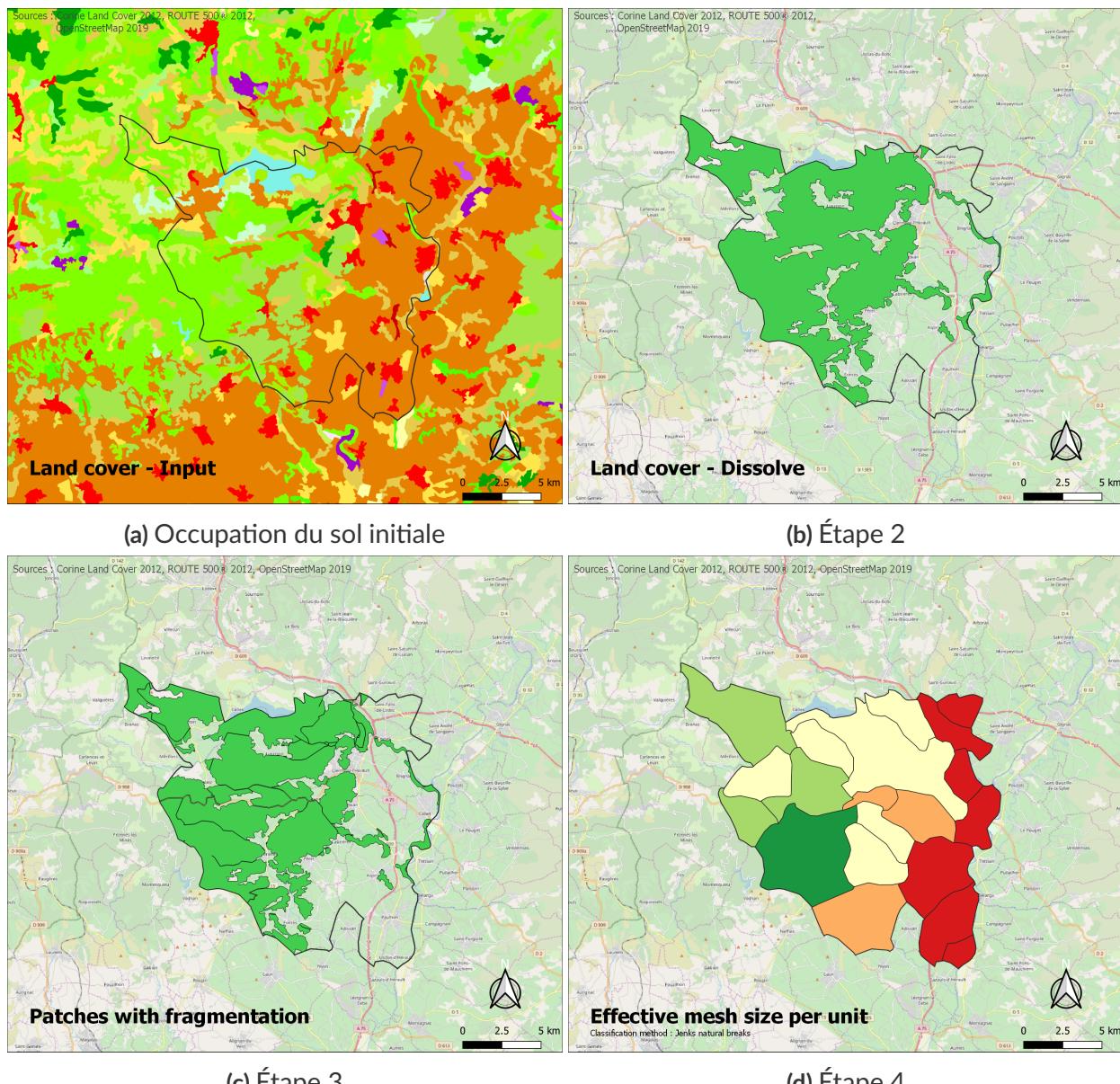


FIGURE 5: Cas d'utilisation de *FragScape* : des données brutes à la taille effective de maille

La figure 5 montre l'occupation du sol initiale et le résultat de chaque étape.

Pour reproduire les résultats :

- Copier le répertoire `sample_data` localement
- Ouvrir *FragScape*
- Choisir le dossier (`sample_data/CUT`) comme dossier de travail
- Ouvrir le fichier de configuration `EPCI_Clermontais_2012_CUT.xml` (icône
- Vérifier que la configuration a été correctement chargée
- Lancer les étapes 2 puis 3 puis 4

## 4 POUR ALLER PLUS LOIN...

### 4.1 TEMPS D'EXÉCUTION

Les temps d'exécution dépendent de l'emprise géographique du territoire d'étude et du volume de données sélectionnées. L'étape la plus longue est habituellement le regroupement des géométries en étape 2 ou le calcul de la différence en étape 3.

Un banc d'essai plus complet est actuellement en train d'être réalisé en utilisant des configurations plus ou moins complexes à des territoires de différentes échelles (Hérault, Languedoc-Roussillon, Occitanie et France entière).

À titre **purement indicatif** (les lancements ont été réalisés avec des configurations et des versions de *FragScape* différentes), voici quelques temps d'exécution :

Cas de test	Étape 1	Étape 2	Étape 3
Languedoc-Roussillon	40s	137s	72s
Occitanie	5mn25s	11mn25s	1mn54s
France	122h	19h	5h

### 4.2 FICHIER DE CONFIGURATION

La configuration est enregistrée dans un fichier XML et peut donc être ouverte dans un éditeur de texte. La figure 6 détaille le contenu du fichier de configuration `sample_data/ECPI_Clermontais_2012/CBC/ECPI_Clermontais_2012_CBC.xml`

```
<FragScapeModel>
<Params workspace="D:/Projets/Meff/Tests/EPCI_Clermontais/EPCI_Clermontais_2012/CBC" crs="epsg:2154"/>
<Landuse in_layer="../Source/CLC/CLC12_D034.RGF.ghp" select_mode="0" select_field="CODE_12">
  <LanduseFieldItem value="111" description="Continuous urban fabric" toSelect="False"/>
  <LanduseFieldItem value="112" description="Discontinuous urban fabric" toSelect="False"/>
  <LanduseFieldItem value="121" description="Industrial or commercial units" toSelect="False"/>
  <LanduseFieldItem value="122" description="Road and rail networks and associated land" toSelect="False"/>
  <LanduseFieldItem value="123" description="Port areas" toSelect="False"/>
  <LanduseFieldItem value="124" description="Airports" toSelect="False"/>
```

FIGURE 6: Exemple de fichier de configuration

La balise *Landuse* correspond à l'étape 2 et contient les attributs *in\_layer* (couche d'entrée), *select\_mode* (0 correspondant au mode de sélection Par valeur de champ) et *select\_field* (champ de sélection de la couche d'entrée, ici *CODE\_12*). Pour chaque valeur de champ chargée, il existe une balise *Landuse-FieldItem* contenant les mêmes attributs que dans *FragScape* (*value*, *description*, *toSelect*).

Le fichier de configuration peut être édité manuellement si besoin, par exemple si les chemins relatifs doivent être adaptés à une nouvelle hiérarchie de fichier (*../Source* devenant *.../..../Source*). Éditer manuellement le fichier et le recharger dans *FragScape* est alors plus simple que de changer les valeurs dans l'interface graphique.

## 4.3 ALGORITHMES

Les étapes de *FragScape* sont implémentées comme des algorithmes *processing* (disponibles dans la boîte à outils de traitements de QGIS). Comme le montre la figure 7, cinq algorithmes sont fournis :

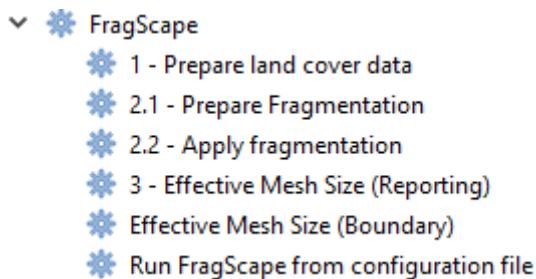


FIGURE 7: Algorithmes de *FragScape*

- 1 – Prepare land cover data : correspond à l'étape 2. Sélection et regroupement des entités d'une couche d'occupation du sol. La sélection se fait à partir d'une expression (mode par valeur de champ non disponible).
- 2.1 – Prepare fragmentation data : sélection et application d'une zone tampon à une couche contenant des éléments fragmentants pour modéliser leur empreinte au sol. Cet algorithme est exécuté pour chaque ligne de l'étape 3.
- 2.2 – Apply fragmentation : création d'une couche de patchs depuis la couche d'occupation du sol et les couches de fragmentation. Les couches de fragmentation sont fusionnées, la différence est calculée avec la couche d'occupation du sol et cette couche de différence est convertie en géométrie simple pour obtenir la couche de patchs. Cet algorithme est exécuté à la fin de l'étape 3.
- 3 – Effective mesh size (Reporting): calcul des indicateurs détaillés en section 1.1 depuis une couche de patchs pour chaque unité de la couche de rapportage d'après la méthode choisie (cf section 1.1.4). Cet algorithme est appelé à l'étape 4 pour produire la couche de sortie.
- Effective mesh size (Boundary) : calcul des indicateurs de fragmentation comme l'algorithme précédent mais pour l'ensemble du territoire (la couche ne doit contenir qu'une entité). Cet algorithme est appelé à l'étape 4 pour chaque unité de rapportage et pour obtenir la taille effective de maille globale.
- Run FragScape from configuration file : exécution de la chaîne de traitements de *FragScape* depuis un fichier de configuration. Cet algorithme peut être utilisé pour reproduire des résultats depuis une configuration déjà existante, lancer les traitements en arrière-plan ou pour exécuter toutes les étapes en un lancement.

## 5 FAQ

- **Les champs ne sont pas chargés dans le widget  $\mathcal{E}$ , pourquoi ?** Si les champs n'apparaissent pas, c'est que la couche associée n'a pas été chargée même si elle apparaît dans la liste déroulante. Sélectionner une autre couche puis re-sélectionner la couche initiale.
- **Quelle méthode dois-je utiliser, CUT ou CBC ?** La méthode CBC a été conçue pour répondre au biais dû à l'«effet frontière» et il est donc conseillé de l'utiliser. La méthode CUT est disponible pour permettre la comparaison avec d'ancien résultats ou si les frontières ne sont pas problématiques.
- **Les éléments de fragmentation sont déjà inclus dans la couche d'occupation du sol, dois-je lancer l'étape 3 quand même ?** Dans *FragScape* 1.0, la couche d'entrée des étapes 3 et 4 ne peut pas être directement sélectionnée et doit avoir été générée par *FragScape*. Dans le cas où les éléments de fragmentation sont déjà inclus dans les données d'occupation du sol, il faut quand même lancer l'étape 3.

- **Puis-je appliquer les traitements de *FragScape* à une couche non produite par *FragScape* ?**  
Pour appliquer un traitement spécifique de *FragScape* à des données spécifiques, il est possible d'utiliser les algorithmes de *FragScape* décrits en section 4.3.

#### Encart 2 : Bonnes pratiques

- Ne pas utiliser d'espaces ni de caractères spéciaux dans les noms de fichier.
- Ne pas utiliser de caractères spéciaux ni d'accents dans les valeurs de champ.
- Sauvegarder la configuration de *FragScape* régulièrement.
- Vérifier le résultats de chaque étape.
- Si un bug inexplicable survient, sauvegarder la configuration, quitter *FragScape*, relancer *FragScape* et recharger la configuration sauvegardée. Si le bug persiste, quitter et relancer QGIS. Si le bug persiste toujours, contacter l'équipe de support.

## MESSAGES D'ERREUR

- **Layer XXX is already loaded in QGIS, please remove it.** *FragScape* ne peut pas supprimer un fichier s'il est déjà chargé dans QGIS. Supprimer la couche XXX de QGIS et relancer le traitement *FragScape*.
- **The process cannot access the file because it is being used by another process: XXX.** Vérifier que le fichier XXX n'est pas utilisé par un autre programme. Si ce n'est pas le cas, quitter et relancer QGIS, relancer *FragScape*, réouvrir le fichier de configuration et relancer le traitement *FragScape*. Ce bug peut arriver notamment quand l'étape 3 est relancée après l'étape 4.

## References

---

- [1] Jochen Jaeger. "Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation". In: *Landscape Ecology* 15 (Feb. 2000), pp. 115–130. DOI: 10.1023/A:1008129329289.
- [2] Brigitte Moser et al. "Modification of the effective mesh size for measuring landscape fragmentation to solve the boundary problem". In: *Landscape Ecology* 22 (Mar. 2007), pp. 447–459. DOI: 10.1007/s10980-006-9023-0.