



Graphab3 for QGIS

Manuel d'utilisation

Gaspard Quentin, Robin Marlin-Lefebvre, Gilles Vuidel

22/01/2025



Table des matières

1	Introduction	3
1.1	A propos de Graphab3 for QGIS	3
1.2	Auteurs	3
1.3	Conditions d'utilisation	3
1.4	Configuration requise	4
2	Installation du plugin	5
3	Création d'une carte d'occupation du sol	6
3.1	Chargement d'un fichier raster	6
3.2	Chargement d'un fichier vecteur	9
3.3	Ordonner les différentes couches	10
3.4	Paramétrer la carte de sortie	13
3.5	Exécution de la création	13
3.6	Quelques autres fonctionnalités	16
3.6.1	Exporter ou importer une configuration	16
3.6.2	Remettre la fenêtre à zéro	16
4	Fonctionnalités de Graphab3	17
4.1	Ouverture d'un projet Graphab	17
4.2	Création d'un projet Graphab	17
4.2.1	Sélection de la carte du paysage	18
4.2.2	Définition d'un habitat raster	19
4.3	Création d'habitats	20
4.3.1	Création d'un habitat raster	20
4.3.2	Création d'un habitat vecteur	21
4.3.3	Capacité des taches	21
4.4	Suppression d'habitats	22
4.5	Création de jeux de liens	23
4.5.1	Sélection de la distance (ou impédance des liens)	24
4.6	Suppression de jeux de liens	24
4.7	Création de graphes	25
4.7.1	Sélection de l'élagage	25
4.8	Suppression de graphes	25
4.9	Création de corridors	26
4.10	Calculer des métriques	27
4.10.1	Paramétrage des métriques pondérées	27
4.10.2	Métriques locales	29
4.10.3	Métriques globales	31
4.11	Changer la symbologie	33
5	Annexe	34

5.1	Utiliser la dernière version du plugin en développement	34
5.1.1	Téléchargement	34
5.1.2	Installation	35
5.2	Liens utiles	36

Chapitre 1

Introduction

1.1 A propos de Graphab3 for QGIS

L'extension *Graphab3 for QGIS* est un outil permettant d'utiliser le logiciel *Graphab 5.2* dans ses versions 3 et supérieures sur le système d'information géographique *QGIS*¹. Ce plugin intègre les fonctionnalités de base de Graphab :

- Visualisation et création de projets Graphab3
- Création de graphes à partir d'une carte de paysage avec identification des taches d'habitat et des liens (distance euclidienne ou chemin de moindre coût)
- Calcul des métriques de connectivité usuelles

Mais aussi ajoute :

- Création de la carte d'occupation du sol à partir de rasters et vecteurs

Attention ! Cette extension n'est pas compatible avec les versions de Graphab inférieures à 3. Pour pouvoir utiliser un projet provenant d'une version antérieure, veuillez utiliser le plugin *Graphab for QGIS*².

1.2 Auteurs

Le plugin *Graphab3 for QGIS* a été développé par Gaspard Quentin, Robin Marlin-Lefebvre et Gilles Vuidel au laboratoire Théma (Université de Franche-Comté – CNRS).

1.3 Conditions d'utilisation

Le plugin *Graphab3 for QGIS* est disponible librement sous licence GPL. Les utilisateurs de *Graphab3 for QGIS* sont invités à citer la référence ci-dessous dans leurs travaux :

« Foltête, J.-C., Vuidel, G., Savary, P., Clauzel, C., Sahraoui, Y., Girardet, X., & Bourgeois, M. (2021). Graphab : An application for modeling and managing ecological habitat networks. *Software Impacts*, 8, 100065. »³

1. <https://www.qgis.org/fr/docs/index.html>
2. <https://plugins.qgis.org/plugins/graphab4qgis/>
3. <https://doi.org/10.1016/j.simpa.2021.100065>

1.4 Configuration requisite

Graphab3 for QGIS fonctionne sur tout ordinateur supportant Java⁴ 8 ou supérieur (PC sous Linux, Windows, Mac...). Certaines fonctions peuvent fonctionner sans la nécessité d'avoir Java. *Graphab3 for QGIS* nécessite également l'utilisation de QGIS version 3.28 et supérieures.

4. <https://adoptopenjdk.net/>

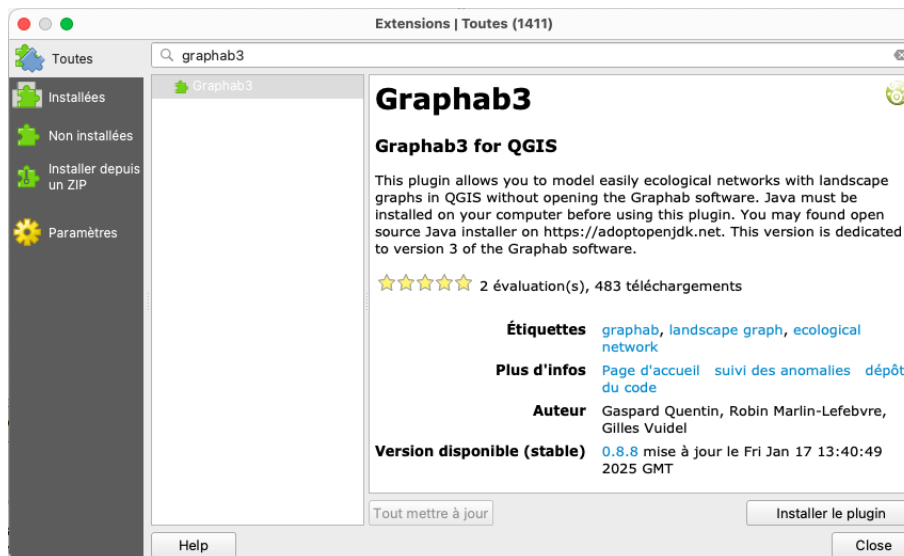
Chapitre 2

Installation du plugin

Si nécessaire, téléchargez et installez Java 8 ou supérieur. Installez de préférence la version 64 bits de Java. Une fois Java installé, veuillez exécuter QGIS et dirigez-vous dans le menu *Extensions* puis sélectionnez l'option *Installer/Gérer les extensions*.



Une fenêtre s'ouvrira comme suit. Si vous n'êtes pas sur l'onglet *Toutes*, sélectionnez celui-ci. Recherchez le terme *Graphab3* dans la barre de recherche, sélectionnez le plugin et cliquez sur le bouton *Installer l'extension* ou alors *Réinstaller l'extension*.




Chapitre 3

Création d'une carte d'occupation du sol


Pour cette partie, nous allons apprendre à nous servir du plugin à l'aide d'un exemple simple comprenant un fichier raster et un fichier vecteur pour créer une seule carte d'occupation du sol.

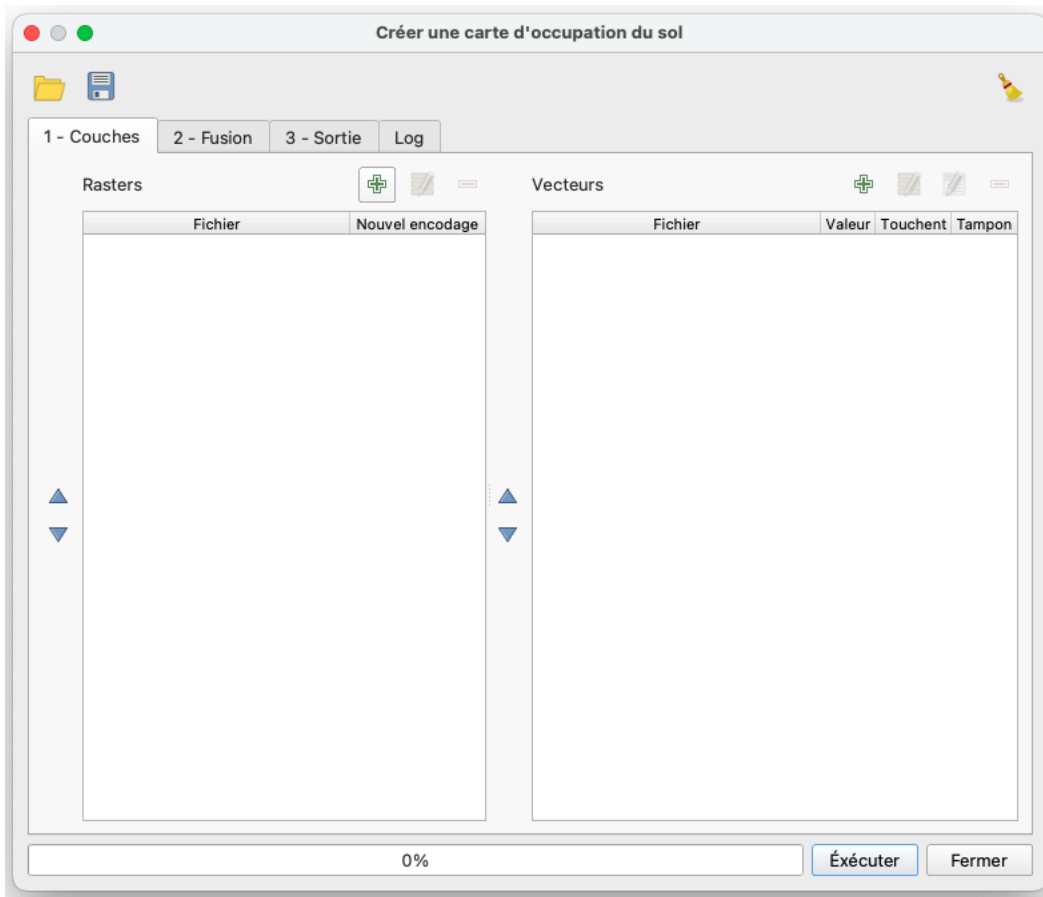
Pour commencer, assurez-vous d'avoir l'extension *Graphab3 for QGIS*. Une fois l'installation du plugin faite, vous devriez avoir plusieurs boutons s'étant affichés au niveau de votre barre d'outils. Pour utiliser le module,

il suffira d'utiliser qu'un seul bouton .

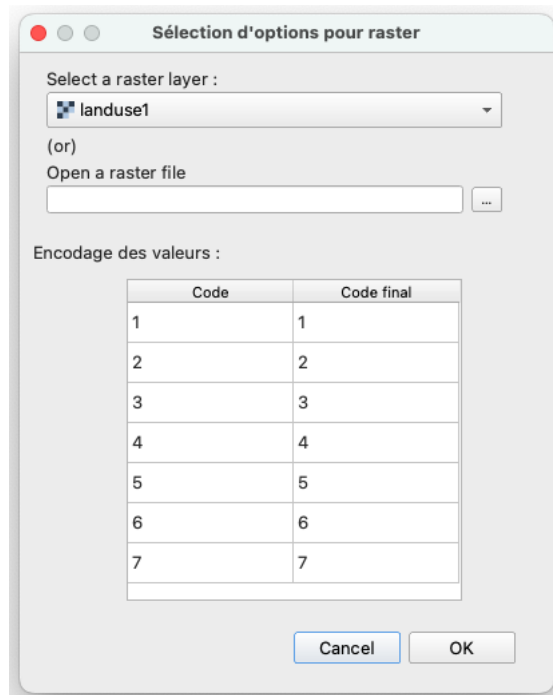


3.1 Chargement d'un fichier raster

Une fenêtre a dû s'ouvrir. Par défaut, nous commençons sur l'onglet *Couches* contenant deux tableaux. On s'intéressera premièrement par le tableau de gauche avec un intitulé *Rasters* juste au-dessus. Comme vous pouvez le remarquer il y a des boutons un peu à gauche de ce libellé. Au début seul  est activé. On va se servir de celui-ci pour ajouter des fichiers rasters.

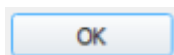


Une fois le bouton cliqué, une nouvelle fenêtre s'ouvrira. Maintenant, vous pouvez soit sélectionner une couche raster déjà chargée dans QGIS or charger un fichier en provenance de votre disque dur. Une fois la couche raster chargée/sélectionnée correctement, un tableau en dessous s'activera avec les codes uniques du raster.



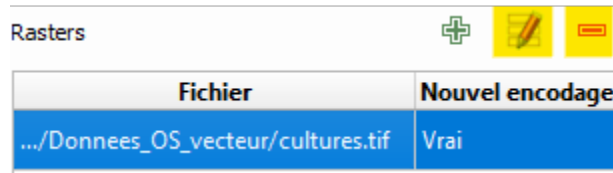
Le tableau est constitué de deux colonnes, la première nommée *Code* n'est pas éditable et correspond aux codes trouvés dans la couche chargée. La seconde colonne *Code final* est éditable et permet de modifier la valeur originale du code du raster. Dans l'exemple suivant on supprime l'existence du code 2 en le remplaçant par une valeur de *nodata* que l'on verra plus tard et on remplace le code 3, 4, 5, 6 et 7 respectivement par les codes 2, 3, 4, 5, 6.

Code	Code final
1	1
2	
3	2
4	3
5	4
6	5
7	6




On valide les changements en appuyant sur  et nous revoilà sur notre fenêtre principale avec le fichier chargé et un résumé de celui-ci. Une fois la ligne sélectionnée deux boutons du tableau des rasters

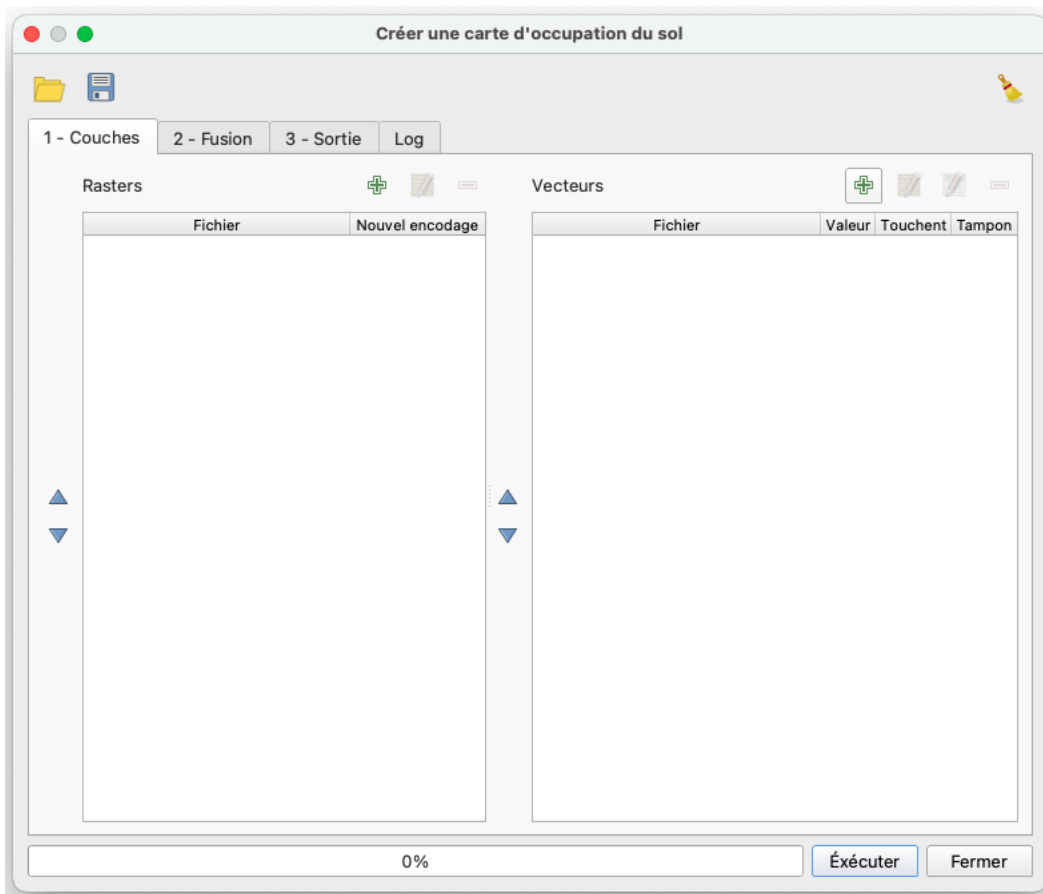
s'activent.



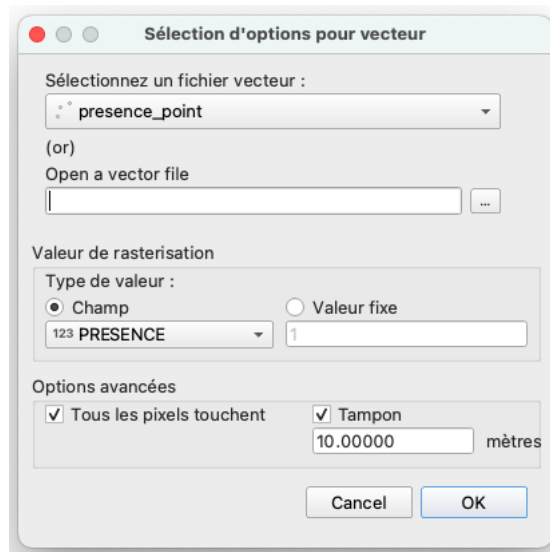
Le bouton  permet de modifier l'encodage de la couche sélectionnée affichant l'ancienne fenêtre vue pour charger le raster. Le dernier bouton  permet de supprimer la couche du tableau.

3.2 Chargement d'un fichier vecteur

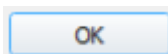
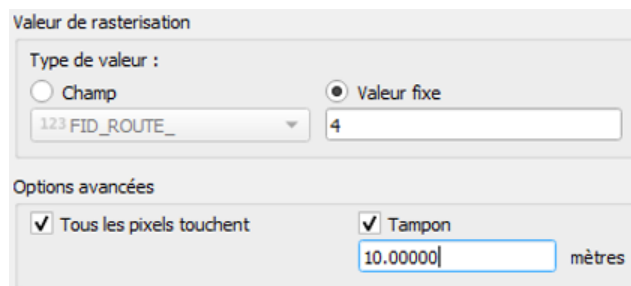
Pour charger une couche vectorielle la procédure est la même que pour les rasters. Il faut appuyer sur le bouton  au niveau du second tableau avec le libellé *Vecteurs* et une nouvelle fenêtre s'ouvrira.

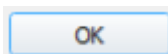



La fenêtre pour charger un fichier vecteur est un peu plus complexe que la fenêtre pour un fichier raster. Avant tout il faut charger un fichier ou sélectionner une couche, ce qui aura effet d'activer le reste des options disponibles.





Cette fenêtre vous autorise à sélectionner la valeur utilisée pour rasteriser votre couche vectorielle soit par un champ présent dans la couche soit par une valeur unique. Vous avez aussi des options avancées comme faire que tous les pixels se touchent (utile pour la représentation de routes) ou encore rajouter un tampon ou buffer en anglais avec une taille en mètres.



Une fois les valeurs voulues saisies, appuyez sur le bouton  et une nouvelle ligne dans le tableau des vecteurs va se rajoutée. Celle-ci résume les valeurs de la couche chargée. En sélectionnant la couche de





nouveaux boutons vont s'activer comme  dont l'action est la même que celui du tableau des rasters, il permet d'ouvrir une fenêtre affichant l'encodage du fichier vecteur sélectionné et vous permet de le modifier.

Ensuite le bouton  permet d'ouvrir la fenêtre des options pour une couche vecteur afin de les modifier.

Ainsi le dernier bouton  permet de supprimer la ligne sélectionnée du tableau.

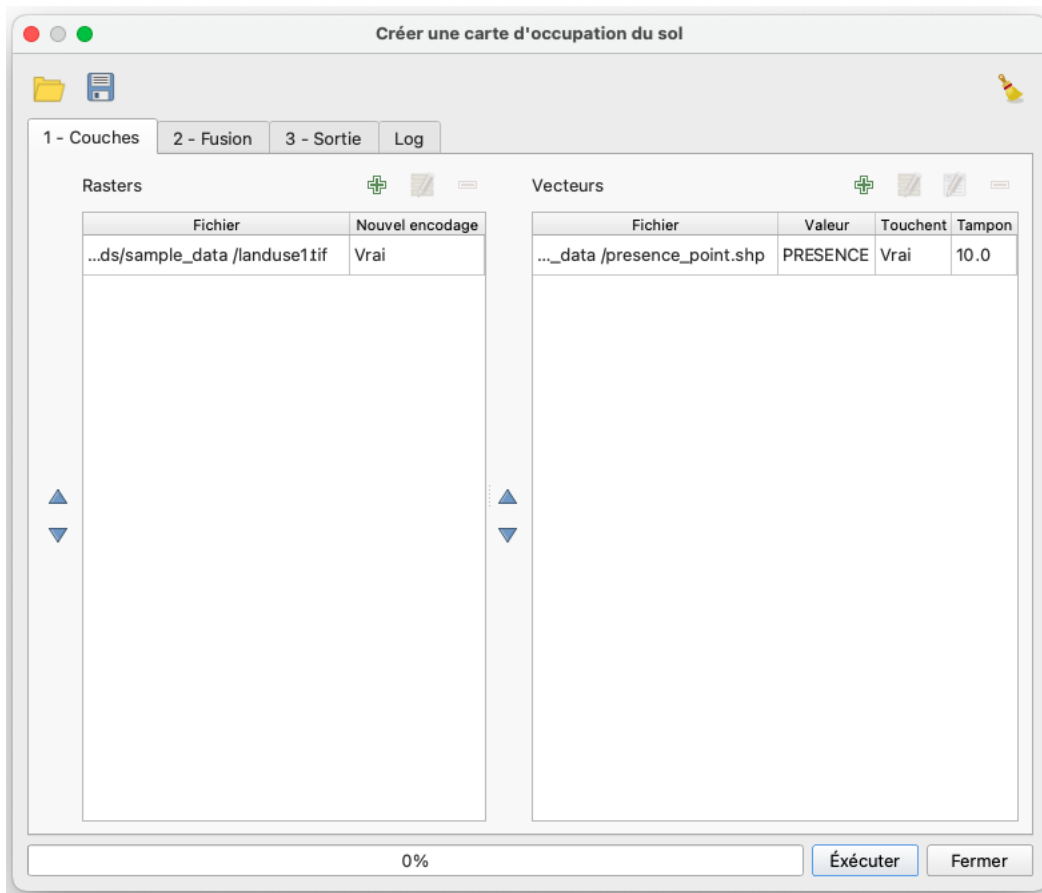
3.3 Ordonner les différentes couches

Une fois après avoir chargé plusieurs couches, il est important de pouvoir ordonner celles-ci suivant leur encodage afin d'avoir la carte d'occupation du sol voulue. C'est pour cela qu'à la gauche de tous les tableaux

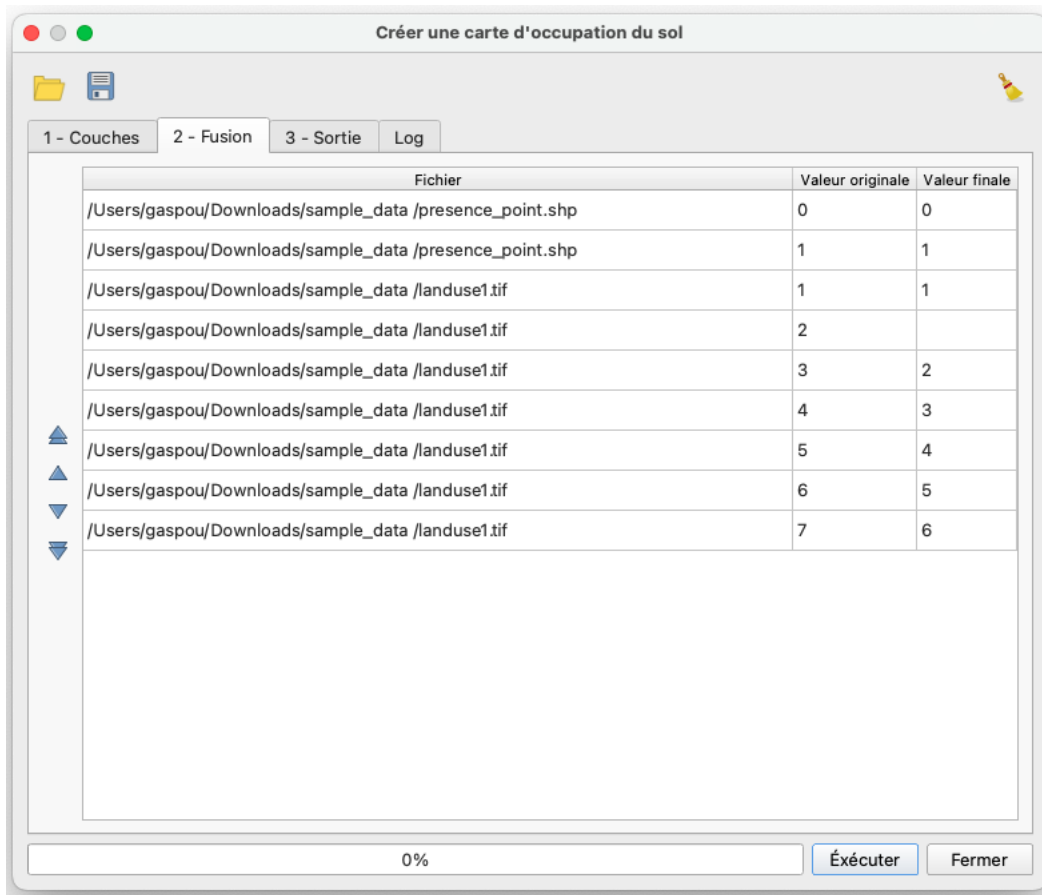
vous pourrez trouver des flèches comme les suivantes :  ,  ,  ou  . Ces flèches permettent de déplacer une ligne du tableau vers le haut ou vers le bas et ainsi rendre prioritaire certains encodages qui se retrouveront en première position du tableau.

Le déplacement des couches dans le tableau des rasters et des vecteurs permet de faire un premier tri plutôt général en déplaçant l'ensemble de l'encodage d'une même couche. Il faut tenir compte du fait que les deux tableaux sont ensuite regroupés en un seul tableau dans l'onglet suivant et que les vecteurs sont prioritaires par défaut sur les rasters.

Lorsque vous avez téléchargé les couches voulues avec le bon ordre, vous pouvez vous rendre sur l'onglet *Fusion*.



Dans cet onglet vous retrouverez donc l'ensemble des différents codes possibles des différentes couches. Une fonctionnalité de **drag and drop** est disponible pour le déplacement des codes. De plus, il est possible de sélectionner plusieurs lignes en même temps grâce aux raccourcis clavier (Ctrl + clic ou Shift + clic).



Ainsi pour chaque code on peut voir à quelle couche celle-ci appartient, quelle était sa valeur originale et sa nouvelle valeur. La dernière colonne est modifiable si vous souhaitez changer la valeur finale d'un code.

3.4 Paramétrer la carte de sortie

Une fois l'ordonnancement terminé, vous pouvez déterminer les options de sortie pour votre carte d'occupation. Pour cela cliquez sur l'onglet *Sortie*.

La plupart des options sont automatiques mais attention elles ne le sont pas toutes. Par exemple le choix de la résolution d'un pixel est une valeur par défaut.

Résolution verticale/horizontale :

Pour les valeurs automatiques, il y a le choix de la couche utilisée pour l'étendue de la sortie et la projection du Système de Coordonnées de Référence (SRC) qui est si possible le premier des rasters chargés ou alors le premier des vecteurs chargés. Une valeur indiquant le nombre de pixels totaux de la couche de sortie est affichée dépendant de la résolution et de l'étendue.

Étendue de sortie (xmin, xmax, ymin, ymax)

Nord	<input type="text" value="6632456.39896882"/>
Couest	<input type="text" value="884702.085123529"/>
Est	<input type="text" value="906062.085123529"/>
Sud	<input type="text" value="6612986.39896882"/>

Nombre de pixels : 4158792.0

Pour finir avec les options de sortie il est possible d'indiquer un chemin où sauvegarder votre carte d'occupation du sol mais elle n'est pas obligatoire car le fichier est automatiquement chargé dans QGIS à la génération.

Fichier de sortie :

3.5 Exécution de la création

Une fois les étapes de paramétrage passées, il ne vous reste plus qu'à appuyer sur le bouton en bas à droite et vous serez redirigé sur l'onglet *Log* qui renseigne sur les opérations en train de se dérouler avec leur sortie.

Créer une carte d'occupation du sol

1 - Couches 2 - Fusion 3 - Sortie Log

Résolution verticale/horizontale : 10.00000 Valeur de nodata [optionnelle] : 1

Étendue de sortie (xmin,xmax,ymin,ymax)

▼ Emprise (actuel : landuse1)

Nord	6688259,4233		
Ouest	899713,6185	Est	924003,6185
Sud	6672649,4233		

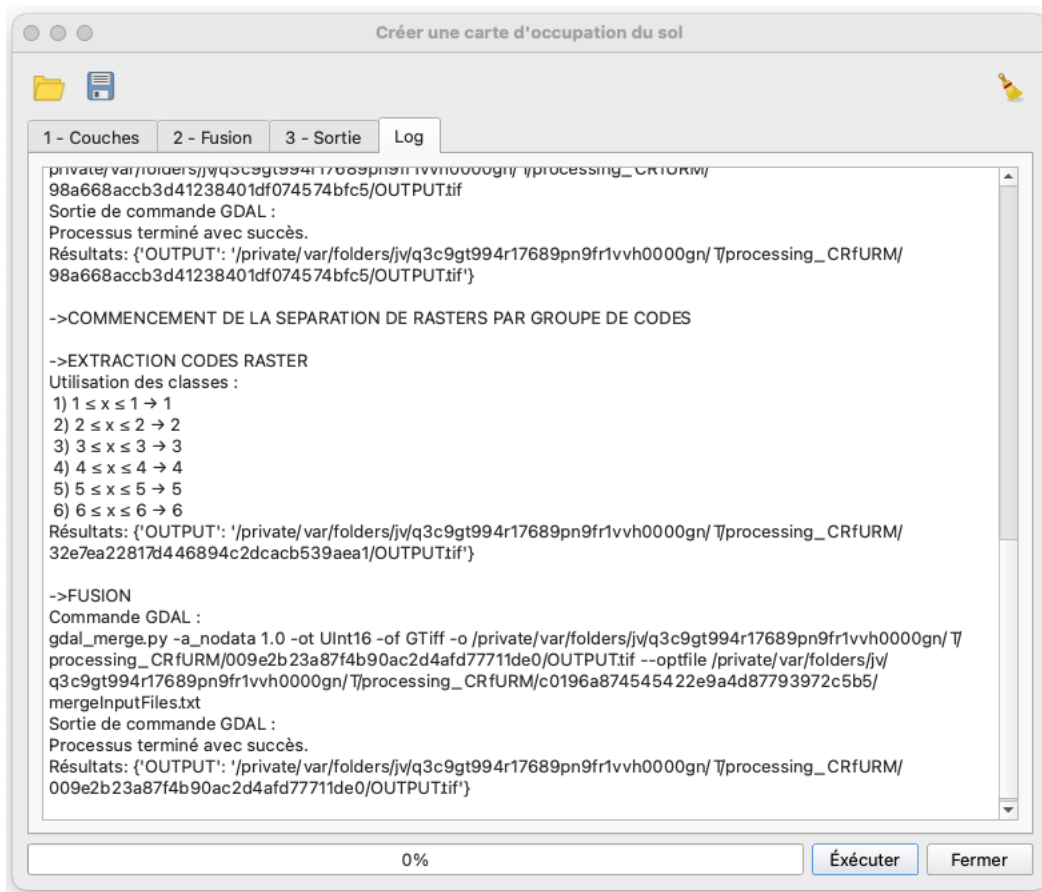
Calculer depuis Couche Carte de mise en page Signet

Nombre de pixels : 3791669.0

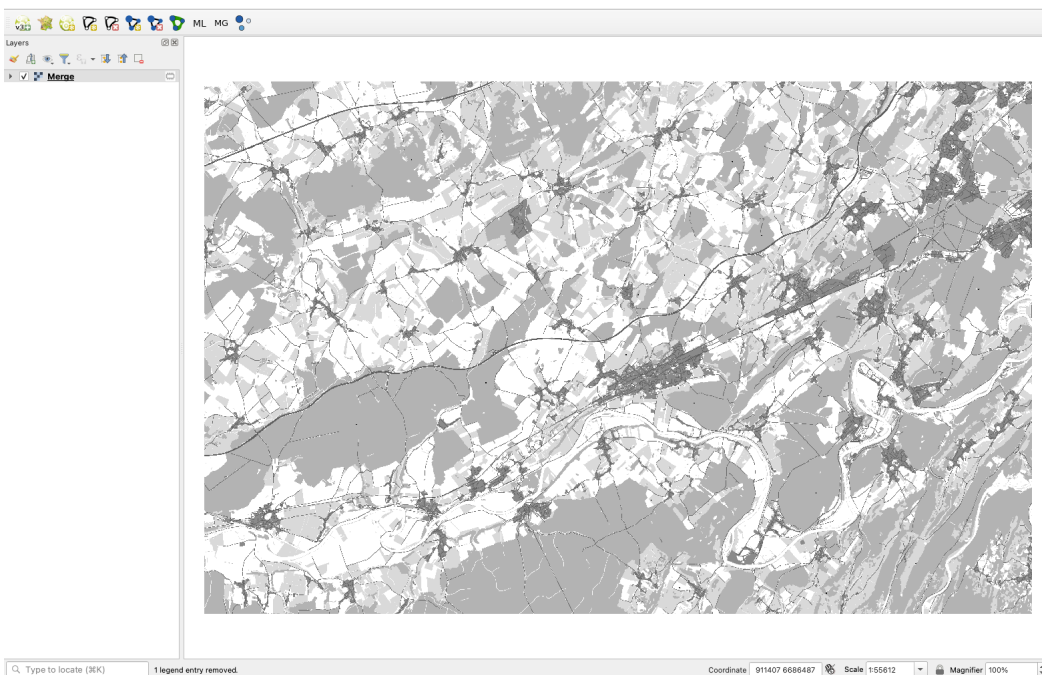
SRC : EPSG:2154 - RGF93 / Lambert-93

Fichier de sortie :

0% Exécuter Fermer



Ainsi si tout se passe bien votre carte d'occupation sera chargée dans QGIS et affichée à l'écran.





3.6 Quelques autres fonctionnalités

Dans cette partie on décrira la fonctionnalité de certains boutons et comment s'en servir.


3.6.1 Exporter ou importer une configuration



À l'aide des boutons  , il est possible d'enregistrer votre avancée pour la réutiliser plus tard. La disquette permet de sauvegarder votre avancée dans un fichier JSON et le fichier permet de sélectionner un fichier JSON.

3.6.2 Remettre la fenêtre à zéro



Le bouton  vous permet d'effacer toutes les entrées faites depuis le début de l'utilisation du module OsRaster. Lorsque vous cliquez dessus, une fenêtre vous demande confirmation au cas où cela n'était pas fait exprès.

Chapitre 4

Fonctionnalités de Graphab3

Dans cette partie, nous allons passer en revue toutes les fonctionnalités du logiciel Graphab ajoutées dans ce plugin. Il est important de préciser qu'une grande majorité des actions de Graphab réalisables dans cette extension sont moins paramétrables que dans le logiciel d'origine. Pour pouvoir profiter de toutes les fonctionnalités, veuillez utiliser *Graphab 5.2*.

4.1 Ouverture d'un projet Graphab


Pour pouvoir ouvrir un projet Graphab via le plugin *Graphab3 for QGIS* il vous suffira de cliquer sur le

bouton  .



Attention ! Vous pouvez seulement ouvrir des projets venant de Graphab version 3.x avec cette extension.

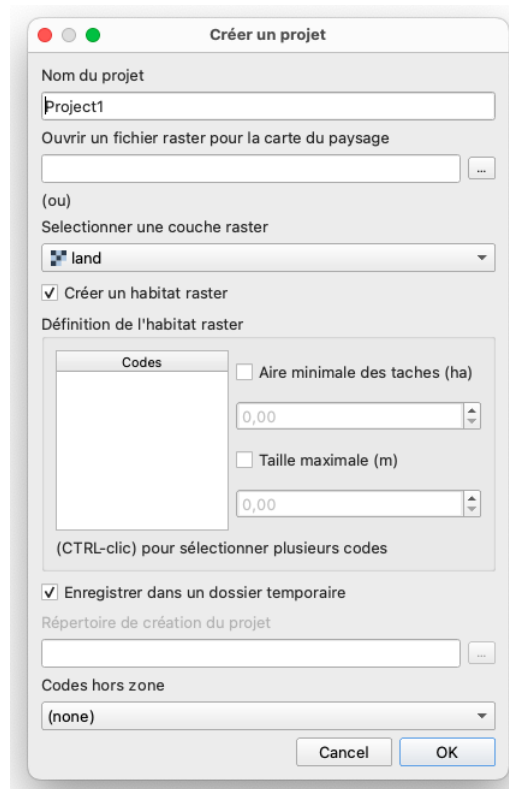
4.2 Création d'un projet Graphab

Pour la création d'un projet Graphab depuis QGIS vous pouvez cliquer sur le bouton  qui vous ouvrira une fenêtre de création.



Un projet correspond à l'exploitation d'une seule carte paysagère initiale, mais il peut comporter plusieurs jeux de liens. Au terme de la phase de création, le projet sera le support pour la création de multiples graphes et calculs de métriques de connectivité.

L'utilisateur doit tout d'abord renseigner le nom du projet qu'il souhaite créer.



4.2.1 Sélection de la carte du paysage

Il doit ensuite sélectionner une carte du paysage. Cette dernière peut provenir :

- d'un fichier de type raster au format Tiff (*.tif), AsciiGrid (*.asc) ou Idrisi (*.rst).
- d'une couche déjà chargée dans QGIS

Chaque pixel de la donnée utilisée doit correspondre à une catégorie (occupation du sol ou autre type de classification).

Dans le cas où l'utilisateur choisit un fichier et que ce dernier est au format *.tif sans extension Geotiff, alors ce dernier doit être associé à un fichier de géoréférencement (*.twf) structuré comme suit :

Exemple	
10.0	Taille du pixel en X
0.0	Rotation sur les lignes (0 pour les bonnes images)
0.0	Rotation sur les colonnes (0 pour les bonnes images)
-10.0	Taille du pixel en Y
821755.0	Coordonnée en X du pixel haut gauche
2342995.0	Coordonnée en Y du pixel haut gauche

S'il est en format *.rst, le fichier doit être associé à un fichier de géoréférencement (*.rdc) suivant la structure proposée dans le logiciel Idrisi.

Vous pouvez renseigner aussi le **Code hors zone**, qui est le code des pixels correspondant à l'absence de valeurs dans le fichier raster.

4.2.2 Définition d'un habitat raster

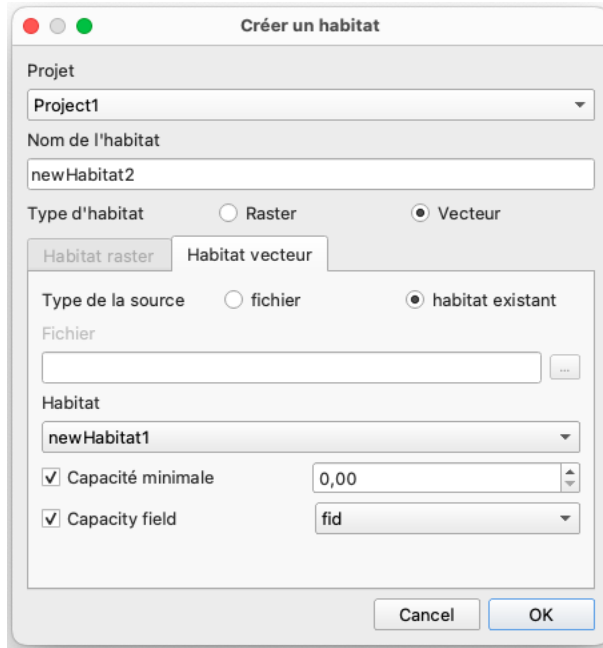
L'utilisateur peut créer en amont un habitat raster. Les paramètres de création de cet habitat sont détaillés dans la section Création habitat 4.3 A partir de la carte du paysage, l'habitat doit être défini à partir de plusieurs paramètres. Si l'utilisateur souhaite créer un habitat vecteur, il doit d'abord créer le projet puis se rendre dans le menu de création d'habitat 4.3.

Vous devez sélectionner les **codes d'habitats** et la **taille minimale des taches**

Vous pouvez également, dans les *paramètres avancés*, sélectionner la **taille maximale des taches**.

4.3.2 Création d'un habitat vecteur

Il est également possible de créer un habitat à partir d'une couche vectorielle, indépendante de la carte du paysage, en sélectionnant le type d'habitat **Vecteur**.



Il peut être défini avec les paramètres suivants :

- **Type de la source** : Fichier ou habitat existant
- **Fichier vecteur** : couche au format vectoriel contenant les taches d'habitat. L'emprise de la couche doit être incluse dans l'emprise de la carte de paysage.
- **Habitat existant** : habitat déjà chargé dans QGIS.
- **Capacité minimale** : lorsque l'on choisit de créer l'habitat à partir d'un habitat raster existant, permet de conserver uniquement les taches avec une capacité supérieure à la minimale.
- **Capacité** : attribut de la couche renseignant la capacité de chaque tache. Ce paramètre est optionnel et peut être laissé à (**none**), dans ce cas la capacité correspondra à la surface en m^2 des taches.

4.3.3 Capacité des taches

La capacité d'une tache traduit sa «qualité intrinsèque» considérée comme un indicateur de son potentiel démographique. Ainsi une tache avec une forte capacité pourra accueillir une forte population et inversement. La capacité intervient directement dans le calcul de certaines métriques de connectivité «pondérées» et «de surface» (uniquement calculables sur *Graphab 5.2*) (voir le chapitre Métriques 4.10)


Sur *Graphab3 for QGIS*, la capacité d'une tache est égale à sa superficie en m^2 . Sur le logiciel *Graphab 5.2*, il est possible de remplacer la superficie par n'importe quel indicateur de qualité.

4.4 Suppression d'habitats

Pour la suppression d'habitats sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton



4.5 Création de jeux de liens

Pour la création de jeux de liens sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton .



La création d'un jeu de liens implique la sélection d'un projet parmi ceux chargés dans *QGIS*

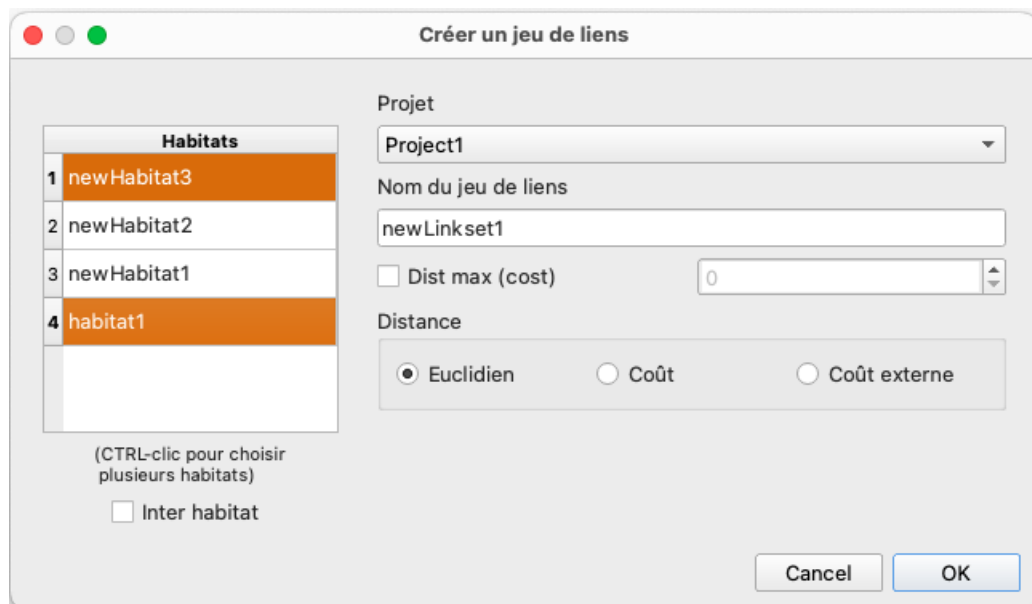
Cette extension propose une version simplifiée du processus de création des jeux de liens. Pour pouvoir gérer manuellement tous les paramètres (comme la topologie, la pente...) utilisez le logiciel *Graphab 5.2*.

Sur l'extension, la topologie des liens par défaut est la topologie planaire. Cette dernière est telle que seuls les liens formant un graphe planaire minimal sont pris en compte. Elle est mise en place par l'intermédiaire de polygones de Voronoï autour de chaque tache d'habitat. Ces polygones sont définis à partir de bords des taches, en distance euclidienne. Lorsque l'on choisit de faire un jeu de lien inter-habitat, la topologie complète est utilisée. Il n'est pas possible de choisir la topologie complète dans d'autres cas, utilisez *Graphab 5.2* pour cela.

Nom : nom du nouveau jeu de liens ; éviter les espaces et les caractères spéciaux. Il doit être unique dans le projet.

Inter habitat : dans le cas d'un jeu de liens multi-habitat, la case à cocher Inter habitat permet de modifier la topologie en conservant uniquement les liens entre tache d'habitats différents.

Dist Max : Ce paramètre est obligatoire lorsque l'on fait un jeu de lien multi-habitat, mais est facultatif autrement. Cette option permet de préciser un seuil de distance au-delà duquel les liens ne sont plus créés. Elle permet ainsi de limiter le nombre de liens créés et d'accélérer la création des liens. L'unité de la distance dépend du type de distance : en mètre pour la distance euclidienne et en coût pour la distance de moindre coût.




4.5.1 Sélection de la distance (ou impédance des liens)

Les distances sont calculées de bord à bord entre les taches. Deux principaux types de distance sont possibles : distance euclidienne et distance de moindre coût.


- Distance euclidienne : les liens sont calculés en distance euclidienne (parcours à vol d'oiseau entre les taches), ce qui revient à considérer la matrice comme uniforme.
- Distance de moindre coût : les liens sont calculés en distance coût. Cette distance correspond à la somme des coûts de tous les pixels du chemin parcouru. L'hétérogénéité de la matrice est prise en compte en assignant des valeurs de coût (ou résistance) aux classes paysagères. L'utilisateur peut activer cette possibilité de deux façons :
 1. soit en indiquant les coûts correspondant aux catégories de la carte du paysage dans le tableau ;
 2. soit à partir d'un fichier raster externe (format *.tif, *.asc ou *.rst) contenant pour chaque pixel une valeur de résistance.

4.6 Suppression de jeux de liens

Pour la suppression de jeux de liens sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton  .

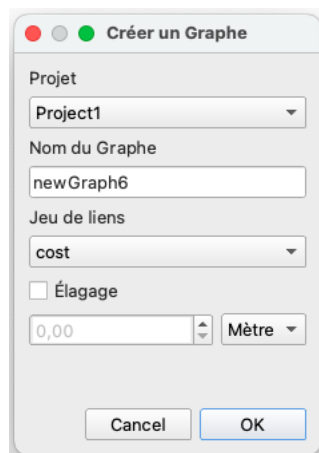


4.7 Création de graphes

Pour la création de graphes sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton .



Un projet Graphab peut donner lieu à la création de plusieurs graphes. Chaque graphe étant construit à partir d'un jeu de lien, il faut alors en avoir déjà défini au préalable. La création de multigraphes (graphes conçus à partir de plusieurs jeux de liens différents) n'est pas possible avec *Graphab3 for QGIS*, veuillez utiliser *Graphab 5.2* dans ce cas.



Le graphe à créer doit tout d'abord être nommé.

4.7.1 Sélection de l'élagage


L'utilisateur doit ensuite sélectionner un des jeux de liens créés précédemment, puis choisir un type d'élagage du graphe :

- Aucun : tous les liens sont créés entre les taches quelle que soit leur distance.
- Distance maximale : les liens retenus sont inférieurs ou égaux à la distance choisie.

Pour choisir l'élagage par arbre couvrant minimal, utilisez le logiciel et non l'extension.


Si vous choisissez d'activer l'élagage par distance maximale, vous devez alors sélectionner l'unité (en coût ou en mètre).

4.8 Suppression de graphes

Pour la suppression de graphes sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton .



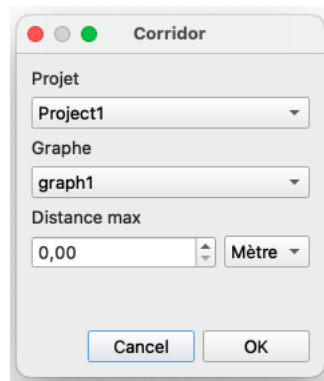
4.9 Création de corridors

Pour la création de corridors sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton .



Graphab3 for QGIS permet la création de corridors qui représentent, pour une distance maximale d_{max} donnée, l'espace pouvant être traversé entre deux taches d'habitats, c'est-à-dire l'espace qui représente l'ensemble des chemins possibles reliant deux taches et ayant une distance inférieure à d_{max} .

Vous pouvez paramétrer la création de corridors de manière plus fine sur *Graphab 5.2*. Pour plus de détail sur la création de corridors, veuillez lire la documentation de *Graphab*.



4.10 Calculer des métriques

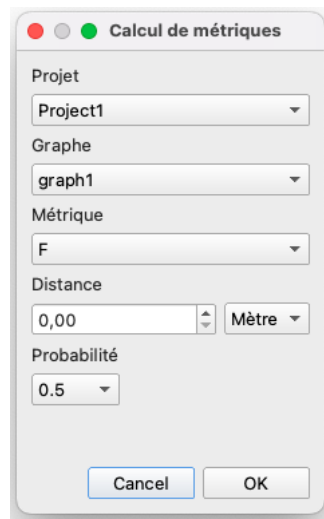
Chaque graphe créé dans un projet peut être utilisé pour calculer différentes métriques de connectivité avec différents niveaux de calculs correspondant aux boutons :

- Métrique locale : métriques qui caractérisent la connectivité de chaque élément du graphe, nœud ou lien. Trois sont calculables dans cette extension : F, IF, BC.
- Métrique globale : métriques qui caractérisent le graphe entier. Trois sont calculables dans cette extension : PC, EC, IIC.

Les méthodes de calculs de delta-métrique et de métrique par composante ne sont disponibles que sur le logiciel *Graphab*. Une seule famille de métriques est disponible sur *Graphab3 for QGIS* : les métriques pondérées, c'est-à-dire qui sont fondées sur des critères de distance et de capacité de taches et qui nécessitent un paramétrage adapté à l'espèce de référence. Ces métriques nécessitent des calculs de chemin sur les graphes. Deux autres sont disponibles sur *Graphab 5.2* : les métriques de surface et topologiques. D'autres métriques pondérées sont également calculables sur *Graphab*.

Quel que soit le niveau choisit (global ou local), l'utilisateur doit en premier lieu sélectionner un graphe provenant d'un projet chargé dans QGIS sur lequel va s'appliquer les calculs. Il doit ensuite choisir la métrique de connectivité souhaitée parmi celles disponibles.

Enfin, l'utilisateur renseignera la distance en choisissant le l'unité de cette dernière (en mètre ou en coût) avant de choisir une valeur de p entre 0.5 et 0.05. (plus de détails sur ces deux paramètres dans la prochaine sous section.)



4.10.1 Paramétrage des métriques pondérées

Deux paramètres interviennent dans le calcul des métriques pondérées : le paramètre α et β . Dans cette extension, aucun paramètre n'est ajustable, β valant 1 et α étant calculé automatiquement. Pour modifier β , utilisez le logiciel *Graphab*.

Le paramètre β correspond à l'exposant appliqué à la capacité des taches. Il joue sur l'équilibre relatif entre le poids des distances et le poids des capacités des taches dans la pondération des métriques.

Les métriques F, IF, BC, PC et EC intègrent dans leur calcul une pondération où les distances entre les taches sont converties en probabilité de déplacement. La pondération est basée sur une fonction exponentielle de la forme :

$$p = e^{-\alpha d}$$

Où p est la probabilité de déplacement entre deux taches, d la distance entre ces taches et α un paramètre contrôlant la vitesse avec laquelle la probabilité diminue quand la distance augmente. Comme la valeur du paramètre α n'est pas facile à déterminer, le logiciel propose de le calculer à partir des deux autres paramètres. L'utilisateur doit indiquer la distance correspondant à une certaine valeur de probabilité, par exemple :

- La distance de dispersion maximale de l'espèce correspondant à une faible valeur de p (0.05 ou 0.01).
- La distance de dispersion moyenne de l'espèce correspondant à une valeur médiane de p (0.5).

La valeur α est automatiquement obtenue à partir de la formule :

$$\alpha = -\log(p)/d$$

Certaines de ces métriques F, IF, BC sont aussi contrôlées par le paramètre β . Ce paramètre est l'exposant appliqué à la capacité des taches. Il joue sur l'équilibre relatif entre le poids des distances et le poids des capacités des taches dans la pondération des métriques. En prenant l'exemple de la métrique F en calcul local, dont la forme générique est la suivante :

$$F = \sum a^\beta e^{-\alpha d}$$

- une valeur de $\beta = 0$ signifie que la capacité des taches ne joue pas de rôle dans la pondération.
- une valeur de $\beta = 1$ signifie que la capacité des taches joue de façon linéaire dans cette pondération.
- une valeur de $\beta = 2$ signifie que la capacité des taches est portée à la puissance 2.
- une valeur de $\beta = 0.5$ signifie que la racine carrée de la capacité des taches intervient dans la pondération ie. moyenne géométrique.
- une valeur de $\beta = -1$ signifie que la capacité des taches joue de façon inversement proportionnelle.

Dans cette extension, $\beta = 1$ et n'est pas modifiable, utilisez *Graphab 5.2* pour modifier β .

Termes mathématiques utilisés dans le calcul des métriques

Terme	Signification
n	Nombre de taches
nc	Nombre de composantes
n_k	Nombre de taches de la composante k
N_i	Ensemble des taches voisines de la tache i
a_i	Capacité de la tache i (en général sa surface)
ac_k	Capacité de la composante k (somme des capacités des taches qui la composent)
A	Surface de la zone d'étude
d_{ij}	distance entre les taches i et j (en général la distance de moindre coût qui les sépare)
$e^{-\alpha d_{ij}}$	Probabilité de déplacement entre les taches i et j
α	Frein de la distance vis-à-vis des déplacements
β	Exposant permettant de pondérer plus ou moins la capacité

TABLE 4.1 – Termes mathématiques utilisés

4.10.2 Métriques locales

Pour calculer des métriques locales sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton .



Flux d'interaction

Flux d'interaction (IF)		
	Formule	Signification
Niveau local	$IF_i = \sum_{j=1}^n a_i^\beta a_j^\beta e^{-\alpha d_{ij}}$	Somme des produits de la capacité de la tâche focale avec toutes les autres tâches, pondérées par leur probabilité d'interaction. Cette métrique remplace l'ancienne métrique FPC nommée PC_{flux} dans les articles.
Valeurs	Valeur minimale : 0 Valeur maximale : somme des capacités	
Commentaire	<p>Pour chaque couple de tâches, le chemin du graphe utilisé est celui qui maximise $e^{-\alpha d}$, c'est-à-dire celui qui minimise la distance d (ou le coût) entre les tâches i et j.</p> <p>Cette métrique correspond à la contribution locale d'une tâche à l'indice PC : $PC = \frac{1}{A^2} \sum_i IF_i$ avec $\beta = 1$, ainsi que pour EC : $EC^2 = \sum_i IF_i$.</p> <p>Elle équivaut à $dPC_{i,flux}/2 + dPC_{i,area}$ à un facteur près. Cependant la métrique IF est obtenue beaucoup plus rapidement car son calcul n'est pas fondé sur la suppression itérative des tâches (mode delta).</p> $IF_i = EC^2 \left(\frac{1}{2} dPC_{i,flux} + dPC_{i,area} \right)$ <p>On peut aussi faire le lien entre IF et la métrique locale F :</p> $IF_i = a_i^2 + a_i F_i$	
Références	[Foltête et al.(2014)],[Sahraoui et al.(2017)]	


Flux

Flux (F)	Formule	Signification
Niveau local	$F_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n a_j^\beta e^{-\alpha d_{ij}}$	Pour la tache focale i : somme des capacités des taches différentes de i et pondérées en fonction de leur distance minimale à la tache focale en parcourant le graphe. Cette somme est un indicateur de la dispersion potentielle à partir de la tache i , ou inversement à destination de la tache i .
Valeurs	Les valeurs dépendent de la définition de a . Si a représente une surface, F exprime une surface. Valeur minimale : 0 Valeur maximale : surface totale de l'habitat si $\beta = 1$	
Commentaire	Le chemin du graphe utilisé est celui qui maximise $e^{-\alpha d}$, c'est-à-dire celui qui minimise la distance d (ou le coût) entre les taches i et j . Cette métrique est appelée Area Weighed Flux (AWF) dans certaines références. Dans Graphab cependant, a est plus général car il représente la capacité des taches, qui peut être leur surface ou un autre critère choisi par l'utilisateur. De même la pondération est variable en fonction du paramètre β . Dans CS22, AWF est calculé seulement à partir des taches reliées directement à la tache focale, alors que Graphab tient compte des taches indirectement connectées.	
Références	[Urban and Keitt(2001)] [Saura and Torné(2009)] [Foltête et al.(2012b)]	

Indice de centralité intermédiaire

Indice de centralité intermédiaire (BC)	Formule	Signification
Niveau local	$BC_i = \sum_j \sum_k a_j^\beta a_k^\beta e^{-\alpha d_{jk}}$ $j, k \in \{1..n\}, k < j, i \in P_{jk}$	Somme des plus courts chemins passant par la tache focale i , chaque chemin étant pondéré par le produit des capacités des taches reliées et de leur probabilité d'interaction. P_{jk} représente l'ensemble des taches traversées par le plus court chemin entre les taches j et k .
Valeurs	Les valeurs dépendent du paramétrage. Elles correspondent à un poids de transit potentiel. Valeur minimale : 0 Valeur maximale : surface totale de l'habitat au carré.	
Commentaire	Avec un paramétrage de $\alpha = 0$ et $\beta = 0$ (pondération uniforme des chemins), on retrouve l'indice BC tel qu'il est utilisé dans d'autres types de graphes. Un paramétrage de $\alpha = 0$ et $\beta = 1$ donne aux chemins un poids égal au produit des capacités des taches qu'ils relient, quelle que soit leur distance. Dans [Foltête et al.(2012a), Foltête et al.(2012b)], l'indice BC_i a été proposé pour pondérer plus fortement les chemins supérieurs au critère choisi (distance de dispersion par exemple). Mais des tests ont ensuite montré que cet indice était très fortement corrélé au BC pondéré avec $\alpha = 0$. Dans [Bodin and Saura(2010)], le BC_{pc} correspond au BC pondéré avec d égal à la distance de dispersion, α tel que $e^{-\alpha d} = 0.05$ et $\beta = 1$.	
Références	[Bodin and Saura(2010)] [Foltête et al.(2012a)]	

4.10.3 Métriques globales

Pour calculer des métriques globales sur un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton .



Connectivité équivalente

Connectivité équivalente (<i>EC</i>)	Formule	Signification
Niveau global Niveau composante Delta	$EC = \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}}$	Racine carrée de la somme des produits de la capacité de tous les couples de tâches pondérées par leur probabilité d'interaction.
Valeurs	L'unité correspond à l'unité des capacités des tâches. Valeur minimale : 0 Valeur maximale : capacité totale des tâches	
Commentaire	Pour chaque couple de tâches, le chemin du graphe utilisé est celui qui maximise $e^{-\alpha d}$, c'est-à-dire celui qui minimise la distance d (ou le coût) entre les tâches i et j .	
Référence	[Saura et al.(2011)]	


Indice Intégral de Connectivité

Indice Intégral de Connectivité (<i>IIC</i>)	Formule	Signification
Niveau global Niveau composante Delta	$IIC = \frac{1}{A^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \frac{a_i a_j}{1 + nl_{ij}}$	Produit des capacités des tâches divisé par le nombre de liens qui les sépare, la somme étant divisée par le carré de la surface de la zone d'étude. IIC est construit comme l'indice PC, mais en utilisant l'inverse d'une distance topologique plutôt qu'une fonction exponentielle négative de la distance basée sur l'impédance des liens.
Valeurs	Valeur minimale : 0 Valeur maximale : 1	
Référence	[Pascual-Hortal and Saura(2006)]	

Probabilité de Connectivité

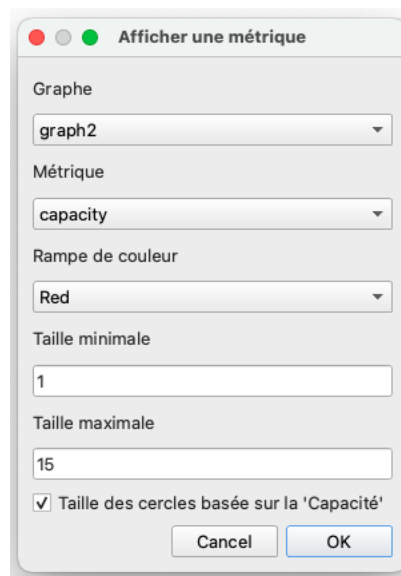
Probabilité de Connectivité (PC)	Formule	Signification
Niveau global Niveau composante Delta	$PC = \frac{1}{A^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_i a_j e^{-\alpha d_{ij}}$	Somme des produits de la capacité de tous les couples de taches pondérées par leur probabilité d'interaction, divisée par le carré de la zone d'étude. Ce rapport équivaut à la probabilité que deux individus tirés au hasard dans la zone d'étude parviennent à entrer en contact.
Valeurs	Les valeurs correspondant à une probabilité. Valeur minimale : 0 Valeur maximale : 1	
Commentaire	<p>Pour chaque couple de taches, le chemin du graphe utilisé est celui qui maximise $e^{-\alpha d}$, c'est-à-dire celui qui minimise la distance d (ou le coût) entre les taches i et j.</p> <p>Les métriques PC et EC sont reliées par cette égalité :</p> $PC = \left(\frac{EC}{A} \right)^2$ <p>Cette métrique est désactivée si a ne représente pas la surface des taches.</p>	
Référence	[Saura and Pascual-Hortal(2007)]	

4.11 Changer la symbologie

Pour changer la symbologie d'un projet déjà existant, vous pouvez cliquer sur le bouton .



Cette fenêtre permet l'affichage d'une métrique sur un graphe avec la symbologie souhaitée. L'utilisateur doit tout d'abord renseigner le graphe, puis la métrique avant de choisir la couleur ainsi que la taille minimale et maximale des cercles du graphe. La taille des cercles peut également être calculée non pas sur une métrique mais sur la capacité du graphe.

Une fenêtre de dialogue intitulée 'Afficher une métrique'. Elle contient les champs suivants :

- Grappe: menu déroulant avec 'graph2' sélectionné.
- Métrique: menu déroulant avec 'capacity' sélectionné.
- Rampe de couleur: menu déroulant avec 'Red' sélectionné.
- Taille minimale: champ de saisie avec '1'.
- Taille maximale: champ de saisie avec '15'.
- Case à cocher 'Taille des cercles basée sur la 'Capacité'' qui est cochée.
- Boutons 'Cancel' et 'OK' à la base.

Chapitre 5

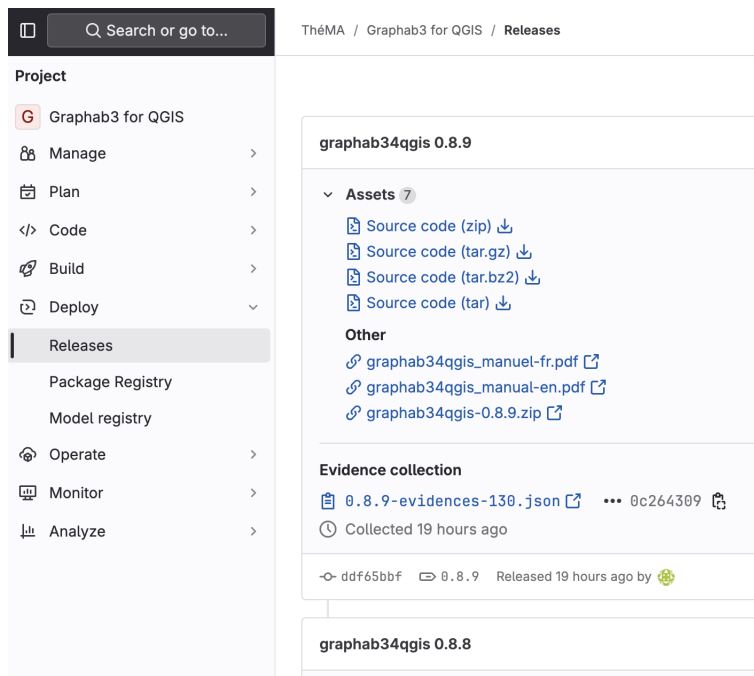
Annexe

5.1 Utiliser la dernière version du plugin en développement

Graphab3 for QGIS possède un dépôt *Gitlab* qui peut être une version plus récente que le plugin téléchargeable sur *QGIS*. Donc afin de pouvoir l'utiliser il va falloir vous rendre sur le dépôt *Gitlab MSHE*¹ du projet afin de pouvoir télécharger l'archive ZIP.

5.1.1 Téléchargement

Rendez vous sur le dépôt Gitlab, et sur le panneau de gauche, sélectionnez l'onglet Deploy > Releases Si vous êtes sur la bonne page vous devriez voir ceci :

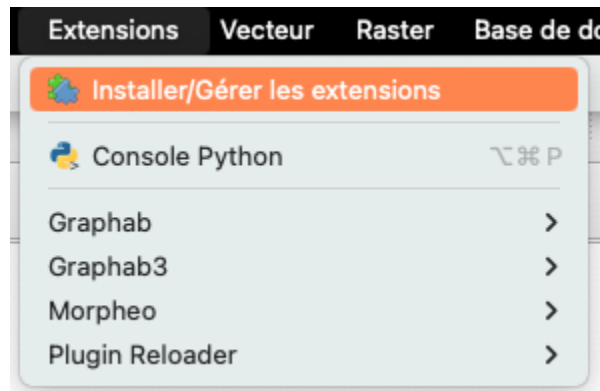


Il s'agit des différentes versions du logiciel. Celle au plus haut de la page est la dernière publiée. Téléchargez la : cliquez sur le lien **Source code (zip)**.

1. <https://gitlab-mshe.univ-fcomte.fr/thema/graphab4qgis>


5.1.2 Installation

Pour continuer, veuillez exécuter QGIS et dirigez-vous dans le menu *Extensions*. Ensuite sélectionnez l'option *Installer/Gérer les extensions*.



Une fenêtre s'ouvrira comme suit. Si vous n'êtes pas sur l'onglet *Installer depuis un ZIP*, sélectionnez celui-ci.



Pour finir l'installation, il vous suffit de cliquer sur le bouton , de sélectionner le ZIP que vous avez téléchargé et de cliquer sur le bouton **Installer le plugin**.

5.2 Liens utiles

Cette section contient des liens utiles pour utiliser Graphab3 for QGIS.

- QGIS : <https://qgis.org/>
- Le logiciel Graphab : <https://thema.univ-fcomte.fr/productions/software/graphab/fr/home.html>
- dépôt GitLab Graphab3 for QGIS : <https://gitlab-mshe.univ-fcomte.fr/thema/graphab34qgis>
- Liste des versions de Graphab3 for QGIS : <https://gitlab-mshe.univ-fcomte.fr/thema/graphab34qgis/-/releases>
- Dépôt GitLab de Graphab : <https://gitlab-mshe.univ-fcomte.fr/thema/graphab>

Bibliographie

- [Bodin and Saura(2010)] Orjan Bodin and Santiago Saura, 2010. Ranking individual habitat patches as connectivity providers : Integrating network analysis and patch removal experiments. *Ecological Modelling*, 221(19) 2393 – 2405.
- [Foltête et al.(2012a)] Jean-Christophe Foltête, Céline Clauzel, and Gilles Vuidel, 2012a. A software tool dedicated to the modelling of landscape networks. *Environmental Modelling and Software*, 38 316 – 327.
- [Foltête et al.(2012b)] Jean-Christophe Foltête, Céline Clauzel, Gilles Vuidel, and Pierline Tournant, 2012b. Integrating graph-based connectivity metrics into species distribution models. *Landscape Ecology*, 27(4) 557–569.
- [Foltête et al.(2014)] Jean-Christophe Foltête, Xavier Girardet, and Céline Clauzel, 2014. A methodological framework for the use of landscape graphs in land-use planning. *Landscape and Urban Planning*, 124 140 – 150.
- [Pascual-Hortal and Saura(2006)] Lucía Pascual-Hortal and Santiago Saura, 2006. Comparison and development of new graph-based landscape connectivity indices : towards the prioritization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology*, 21(7) 959–967.
- [Sahraoui et al.(2017)] Yohan Sahraoui, Jean-Christophe Foltête, and Céline Clauzel, 2017. A multi-species approach for assessing the impact of land-cover changes on landscape connectivity. *Landscape Ecology*, 32(9) 1819–1835.
- [Saura et al.(2011)] Santiago Saura, Christine Estreguil, Coralie Mouton, and Mónica Rodríguez-Freire, 2011. Network analysis to assess landscape connectivity trends : Application to european forests (1990–2000). *Ecological Indicators*, 11(2) 407 – 416.
- [Saura and Pascual-Hortal(2007)] Santiago Saura and Lucía Pascual-Hortal, 2007. A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning : Comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, 83(2–3) 91 – 103.
- [Saura and Torné(2009)] Santiago Saura and Josep Torné, 2009. Conefor sensinode 2.2 : A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling and Software*, 24(1) 135 – 139.
- [Urban and Keitt(2001)] Dean Urban and Timothy Keitt, 2001. Landscape connectivity : A graph-theoretic perspective. *Ecology*, 82(5) 1205–1218.