

Notice d'utilisation « BioDispersal » v1.1

Mathieu Chailloux, Jennifer Amsallem – Irstea – UMR TETIS

Présentation

Dans le cadre de travaux portant sur les réseaux écologiques, le plugin BioDispersal permet d'appliquer la méthode dite de « perméabilité des milieux ». Cette méthode consiste à modéliser les capacités de dispersion d'une espèce considérée en se basant sur le principe de perméabilité des milieux : en partant de ses principaux milieux de vie (considérés comme des réservoirs de biodiversité), l'espèce se disperse plus ou moins loin en fonction du niveau de perméabilité des milieux qu'elle traverse. Un coût est attribué à chaque pixel de chaque type de milieu (ou d'occupation du sol) selon l'énergie dépensée par l'espèce pour le traverser. D'un point de vue informatique, le modèle fait disperser l'espèce de pixel en pixel à partir des réservoirs de biodiversité en cumulant les coûts de dispersion. Le modèle stoppe le déplacement lorsque le coût maximal de dispersion est atteint. Les aires potentielles de dispersion de l'espèce sont alors cartographiées.

Table des matières

Installation.....	2
Résumé des étapes.....	2
Fichier projet	3
1. Paramètres	3
2. Sous-trames.....	4
3. Sélection	4
4. Fusion	7
5. Friction.....	8
6. Pondération.....	9
7. Dispersion.....	10
Algorithmes	11
Exemple d'utilisation	12

Prérequis

Le plugin est disponible sous QGIS 3 (<https://www.qgis.org/fr/site/forusers/download.html>).

Les tests ont été réalisés avec QGIS 3.4.7, GRASS 7.6.1 sous les systèmes Windows 10 Ubuntu 18.04.1 (bionic) et macOS Mojave (10.14).

Sous Linux, l'installation du package *python-gdal* est nécessaire.

Les noms de fichiers et de dossiers ne doivent pas contenir d'accent ni d'espace.

Installation

Pour installer le plugin depuis QGIS, aller dans le menu 'Extension', puis 'Installer/Gérer les extensions'. Rechercher le plugin 'BioDispersal', le sélectionner et appuyer sur 'Installer l'extension'.

Résumé des étapes

BioDispersal définit une procédure en 7 étapes :

1. Configuration des paramètres : sélection d'un dossier de travail, de la couche d'emprise (zone d'étude), de la résolution raster souhaitée, ouverture du projet (ou création).
2. Choix des sous-trames : créer et nommer les sous-trames du projet.
3. Sélection des données pour la modélisation : chaque donnée ou ensemble de données est sélectionné, puis leur sont affectés une classe et un groupe. Chaque groupe est rastérisé
4. Fusion des groupes : pour chaque sous-trame, les groupes pertinents sont sélectionnés, hiérarchisés puis fusionnés pour produire une couche d'occupation du sol complète.
5. Des coefficients de friction sont attribués pour chaque sous-trame et chaque classe.
6. Pondération des coefficients de friction (**étape optionnelle**), par exemple en fonction de la proximité avec des zones urbaines, en fonction de la pente, etc.
7. Application de la méthode des coûts cumulés : pour chaque sous-trame, les aires potentielles de dispersion sont calculées depuis une couche de départ (réservoirs de biodiversité), une couche de friction produite dans les étapes 5 ou 6 et un coût maximal de dispersion (capacité de dispersion).

Ces étapes sont récapitulées dans la Figure 1 ci-après.

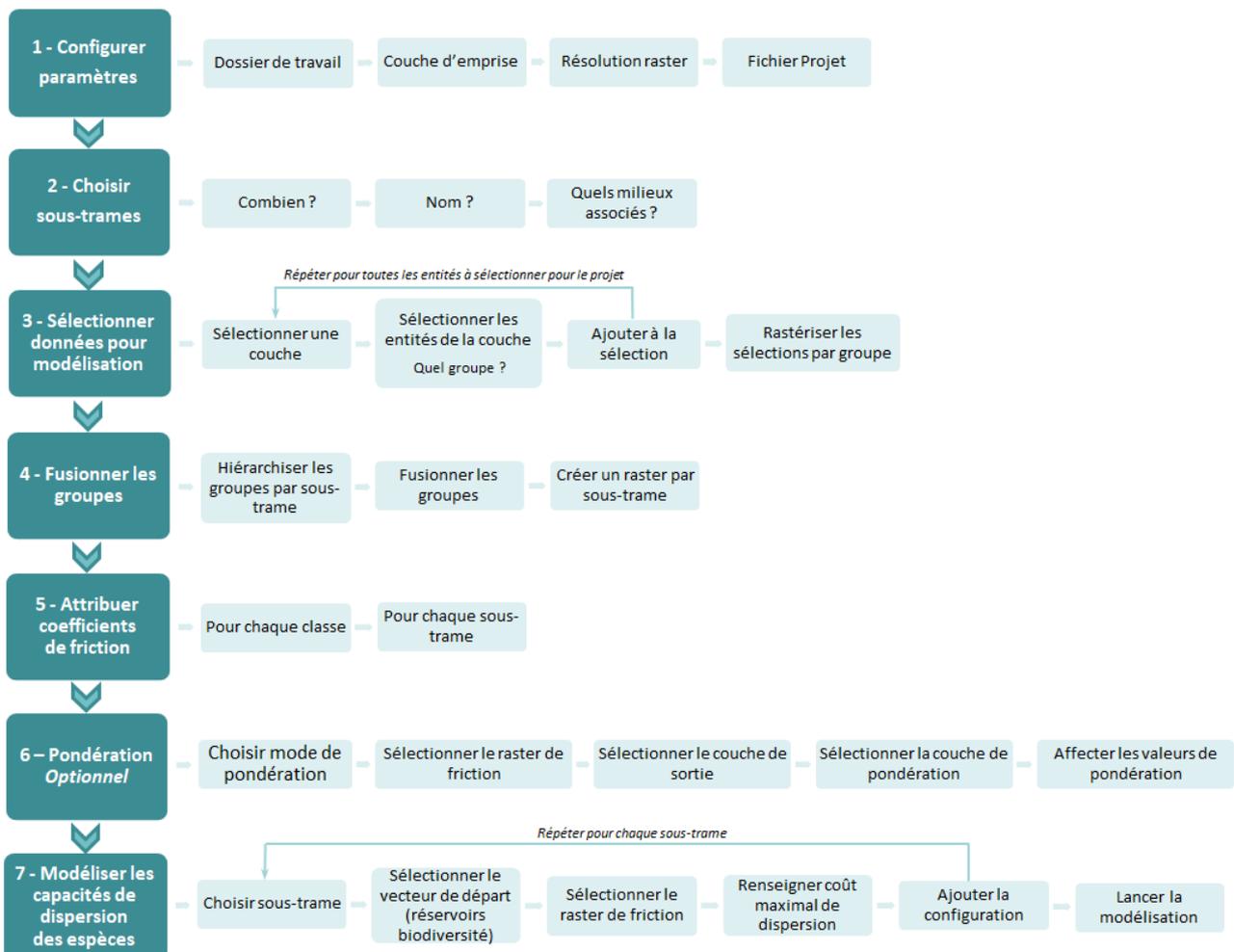


Figure 1 : Étapes pour appliquer la modélisation de capacité de dispersion des espèces par la méthode de perméabilité des milieux en utilisant le plugin BioDispersal

Fichier projet

Il est fortement conseillé de sauvegarder régulièrement le paramétrage d'un projet BioDispersal. Ce paramétrage est sauvegardé dans un fichier .xml et correspond au contenu des tables de visualisations présentes à chaque étape (par exemple le nom et la description de chaque sous-trame).

La gestion du fichier projet se fait via les boutons suivants :



Ouvrir un projet BioDispersal : sélectionner un projet existant (.xml) et l'ouvrir

Enregistrer le projet sous : enregistrer le projet dans un nouveau fichier (.xml) ou dans un fichier déjà existant qui sera écrasé.

Enregistrer le projet : enregistre le projet dans le fichier .xml déjà créé (champ *projectFile* de la table).

À propos : ouvre une fenêtre détaillant le contexte de développement de BioDispersal.

1. Paramètres

Tous les paramètres doivent être précisés pour permettre les traitements. **Le dossier de travail doit être renseigné avant toute autre action.**

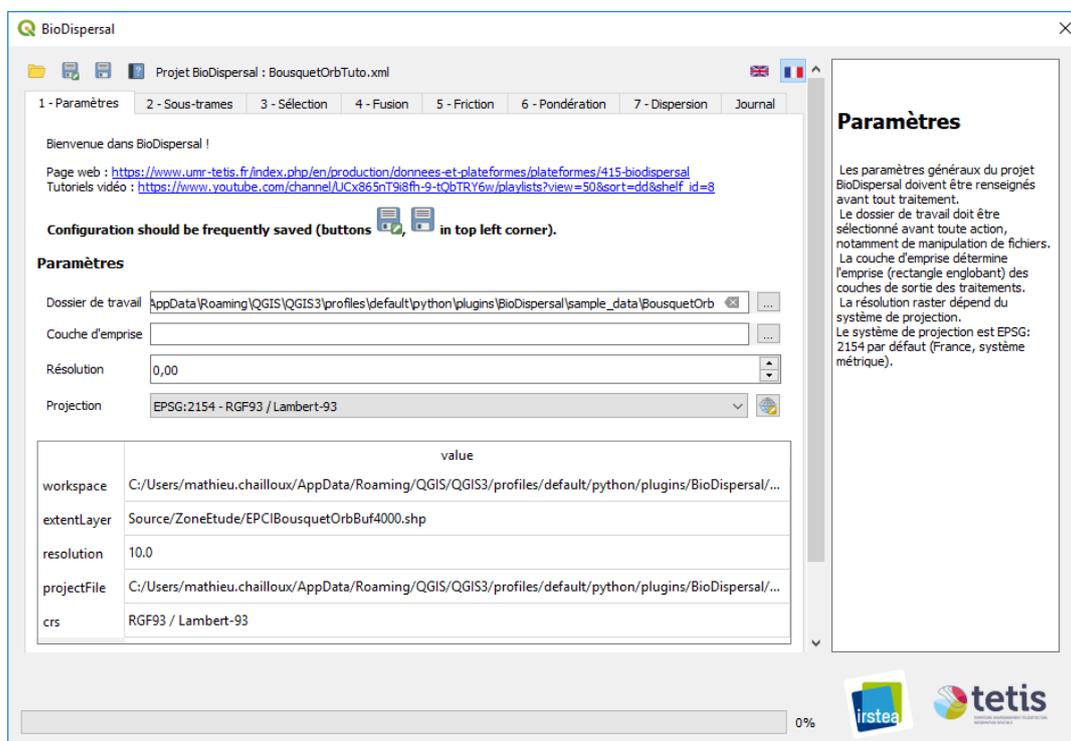
Dossier de travail : sélectionner le dossier de travail où seront produits les résultats et depuis lequel les chemins d'accès aux couches seront calculés. **Il est déconseillé d'en changer en cours de projet.**

Couche d'emprise : sélectionner la couche (raster ou vecteur) du territoire d'étude. Il est conseillé d'augmenter la zone d'étude par une zone tampon pour que le modèle ne s'arrête pas aux limites administratives du projet.

Résolution raster : préciser la résolution spatiale des couches raster produites par BioDispersal. L'outil a été testé uniquement avec des systèmes de projection métrique. La résolution dépend de l'échelle, par exemple entre 25m et 50m pour une échelle intercommunale. **Une fine résolution produit des résultats plus précis mais augmente fortement le temps de calcul, surtout pour de larges territoires.**

Projection : sélectionner le système de coordonnées de référence (EPSG:2154/Lambert 93 par défaut).

Le tableau permet de visualiser les informations enregistrées.



2. Sous-trames

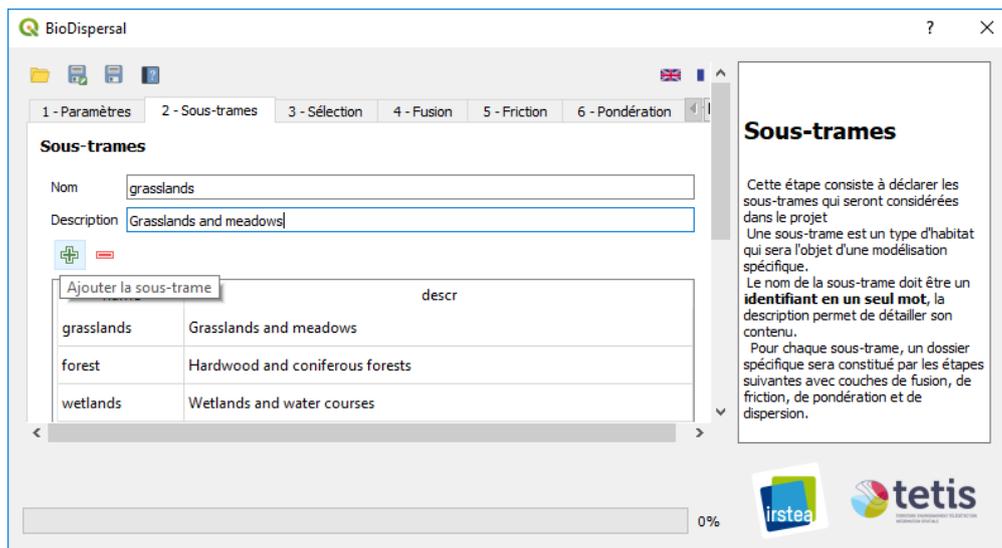
Cette étape consiste à déclarer les sous-trames qui seront considérées dans le projet. Pour chaque sous-trame sera constituée une couche de perméabilité.

Nom : nommer la sous-trame. **Le nom ne doit pas contenir d'espace ni de caractères spéciaux.**

Description : décrire la sous-trame et les milieux qui la composent.

Les boutons  et  servent à ajouter et supprimer les sous-trames.

Exemple, pour un projet à 3 sous-trames :



3. Sélection

La sélection consiste à extraire et uniformiser les données d'entrée. Une sélection s'effectue depuis une couche d'entrée selon un mode et affecte un groupe et une classe au résultat.

- Les groupes (de fusion) réunissent des données de thématiques similaires (occupation du sol, routes, cours d'eau...) possédant la même géométrie (ponctuelle, linéaire, surfacique ou raster). Ces groupes sont ensuite rastérisés, hiérarchisés puis fusionnés pour chaque sous-trame afin de faire ressortir les éléments les plus pertinents. L'image raster résultant de la fusion des différents groupes sera utilisée pour la modélisation.

- Les classes (de friction) sont automatiquement générées par le plugin et permettent de discriminer les éléments d'occupation du sol selon des critères thématiques (occupation du sol vs. routes) ou de perméabilité (route très fragmentante vs. route peu fragmentante). Elles serviront à l'attribution des coefficients de friction dans l'étape 5 - Friction.

3.1. Couche

Format : sélectionner le format de la couche d'entrée (raster ou vecteur).

Sélectionner couche : sélectionner une couche dans la liste.

Ouvrir couche : sélectionner une nouvelle couche cliquer sur « Ouvrir ». La nouvelle couche est chargée dans QGIS et apparaît dans la liste déroulante. Pour les couches vecteur, l'encodage considéré est 'Latin-1' pour les Shapefiles sous Unix, 'System' pour les Shapefiles sous Windows, et 'UTF-8' pour

les Geopackages. Si l'encodage ne convient pas, il faut ouvrir la couche directement dans QGIS et choisir l'encodage approprié.

3.2. Mode de sélection

Le mode de sélection dépend notamment du format de la couche (vecteur ou raster).

Vecteur :

Par champ : choisir le champ souhaité. Toutes les entités de la couche sont sélectionnées et regroupées en classes selon les valeurs du champ sélectionné.

Par expression : sélectionner les entités selon l'expression souhaitée. Si l'expression est vide, toutes les entités sont sélectionnées.

Raster :

Créer classes : cocher cette option si la couche correspond à une classification (occupation du sol par exemple). Des classes sont générées à partir des valeurs des pixels de la première bande.

Mode de ré-échantillonnage : choisir le mode de ré-échantillonnage pour des données raster.

Le mode de sélection par champ est pratique pour extraire toutes les classes d'une couche d'occupation du sol par exemple.

Il est conseillé de créer plusieurs groupes pour une même couche vecteur si les éléments ne possèdent pas la même friction et peuvent se superposer (par exemple pour une couche de route).

Le mode de ré-échantillonnage d'une couche raster dépend du type de donnée : 'Moyenne' pour une donnée continue et 'Plus proche voisin' pour une classification.

3.3. Groupe

Ajouter au groupe : choisir le groupe auquel appartiennent les entités sélectionnées.

Nouveau groupe : créer un nouveau groupe auquel appartiennent les entités sélectionnées. Nommer le groupe. **Le nom ne doit pas comporter d'espace ni de caractères spéciaux.** Décrire le groupe. Cliquer sur « Ajouter ».

Classes/Groupes

Par défaut, les groupes sont affichés à droite de l'onglet. Chaque groupe contient un nom *name*, une description *descr*, une géométrie *geom*.

Pour visualiser les classes, appuyer sur le bouton **Afficher classes**. Une classe contient un nom *name*, un code *code*, une description *descr*. Elles sont automatiquement générées par le plugin. En mode **Par expression** (VExpr), la classe correspond au groupe. En mode **Par champ** (VField) et **Raster** (RClasses si l'option 'Créer classes' est cochée), chaque valeur du champ sélectionné correspond à une nouvelle classe *nomgroupe_valeurchamp*.

Pour rebasculer sur la liste des groupes, appuyer sur le bouton **Afficher groupes**.

Les boutons  permettent de supprimer un groupe ou une classe.

→ Enregistrer sélection

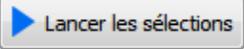
Cliquer sur  **Enregistrer sélection** pour enregistrer l'affectation des classes et groupes aux entités sélectionnées. La sélection est ajoutée dans une nouvelle ligne du tableau.

Répéter les étapes de sélection pour chaque couche contenant des entités à sélectionner.

A l'aide des flèches  ou , il est possible de hiérarchiser certaines sélections au sein d'un même groupe. En effet, selon l'ordre d'ajout dans la couche vecteur, certaines entités peuvent être rastérisées au-dessus des autres et donc les écraser.

Le bouton  permet de supprimer des sélections.

→ Lancer les sélections

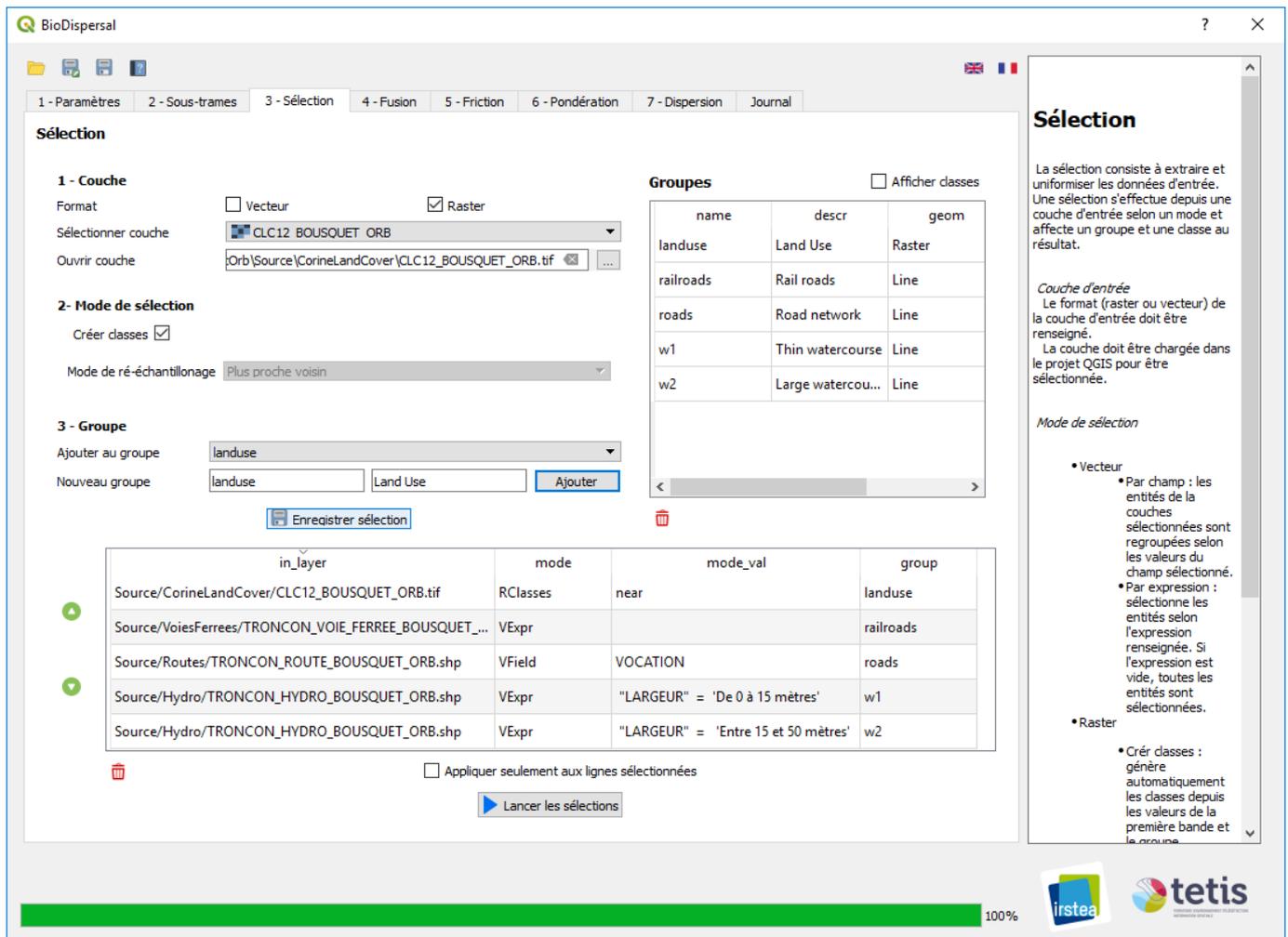
Cliquer sur . Pour chaque groupe vectoriel, les entités sélectionnées sont regroupées dans une couche (*group_vector.shp*) qui contient deux champs : *origin* (couche d'origine) et *class* (identifiant de la classe). Cette couche vectorielle est rastérisée. Pour les groupes raster, la couche d'entrée est reclassifiée puis ré-échantillonnée.

Dans les 2 cas, la couche résultante *group.tif* ainsi créée est chargée dans QGIS. **La couche raster ne doit pas être déjà chargée dans le projet QGIS (sinon une erreur de type 'Permission denied' ou 'Ressource déjà occupée par un autre processus' survient).**

Appliquer seulement aux lignes sélectionnées : Valider cette option pour appliquer les sélections uniquement aux lignes sélectionnées (surlignées en bleu).

Si la couche produite paraît vide et contient des valeurs de type 1.79769e+308, c'est qu'aucune entité n'a été sélectionnée.

Cette opération peut être longue en cas de couche volumineuse comme une occupation du sol.



Sélection

1 - Couche
Format: Vecteur Raster
Sélectionner couche: CLC12 BOUSQUET ORB
Ouvrir couche: |Orb\Source\CorineLandCover\CLC12_BOUSQUET_ORB.tif

2 - Mode de sélection
Créer classes:
Mode de ré-échantillonnage: Plus proche voisin

3 - Groupe
Ajouter au groupe: landuse
Nouveau groupe: landuse Land Use [Ajouter]

[Enregistrer sélection] [Lancer les sélections]

Appliquer seulement aux lignes sélectionnées

Groupes Afficher classes

name	descr	geom
landuse	Land Use	Raster
railroads	Rail roads	Line
roads	Road network	Line
w1	Thin watercourse	Line
w2	Large watercou...	Line

in_layer	mode	mode_val	group
Source/CorineLandCover/CLC12_BOUSQUET_ORB.tif	RClasses	near	landuse
Source/VoiesFerrees/TRONCON_VOIE_FERREE_BOUSQUET_...	VExpr		railroads
Source/Routes/TRONCON_ROUTE_BOUSQUET_ORB.shp	VField	VOCATION	roads
Source/Hydro/TRONCON_HYDRO_BOUSQUET_ORB.shp	VExpr	"LARGEUR" = 'De 0 à 15 mètres'	w1
Source/Hydro/TRONCON_HYDRO_BOUSQUET_ORB.shp	VExpr	"LARGEUR" = 'Entre 15 et 50 mètres'	w2

Sélection

La sélection consiste à extraire et uniformiser les données d'entrée. Une sélection s'effectue depuis une couche d'entrée selon un mode et affecte un groupe et une classe au résultat.

Couche d'entrée
Le format (raster ou vecteur) de la couche d'entrée doit être renseigné.
La couche doit être chargée dans le projet QGIS pour être sélectionnée.

Mode de sélection

- Vecteur**
 - Par champ : les entités de la couches sélectionnées sont regroupées selon les valeurs du champ sélectionné.
 - Par expression : sélectionne les entités selon l'expression renseignée. Si l'expression est vide, toutes les entités sont sélectionnées.
- Raster**
 - Créer classes : génère automatiquement les classes depuis les valeurs de la première bande et le groupe.

100%  

4. Fusion

Pour constituer l'image raster qui sera utilisée pour la modélisation, il est nécessaire de fusionner les différentes couches raster (occupation du sol, routes, cours d'eau...) des différents groupes (1 groupe = 1 couche raster). Pour cela, il convient de hiérarchiser les couches à fusionner : les routes sont prioritaires par rapport aux données d'occupation du sol par exemple, sinon un pixel de forêt pourrait écraser un pixel de route, alors que la route est un élément fragmentant que l'on veut voir ressortir.

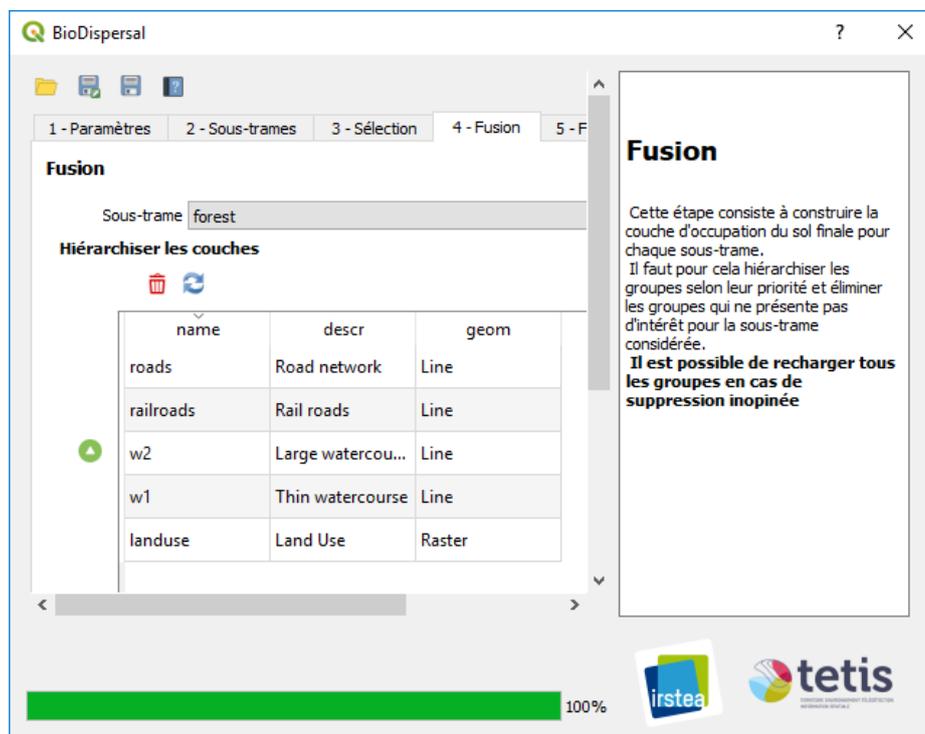
Sous-trame : sélectionner la sous-trame. Les groupes s'affichent dans le tableau.

Hiérarchiser : hiérarchiser les groupes à l'aide des flèches  ou . Les éléments les plus fins (ponctuels et linéaires notamment) sont généralement les groupes à positionner tout en haut pour garder leur visibilité.

Recharger tous les groupes : appuyer sur le bouton  pour recharger tous les groupes de la sous-trame sélectionnée dans le cas où certains groupes auraient été supprimés.

Supprimer : appuyer sur  pour supprimer un groupe d'une sous-trame.

Fusionner : appuyer sur  pour fusionner les groupes en respectant la hiérarchie établie pour chaque sous-trame. L'opération est effectuée pour toutes les sous-frames. Les couches résultats *soustrame_merged.tif* sont chargées dans QGIS.



5. Friction

Le tableau des coefficients de friction contient une ligne par classe et une colonne par sous-trame. Chaque ligne contient la description de la classe *class_descr*, son nom *class* et son code *code*.

Friction : dans le tableau, pour chaque sous-trame, attribuer les coefficients de friction à chaque classe. Si une cellule est vide ou contient la valeur 'None', la classe est ignorée pour cette sous-trame.

Choix des coefficients

Il est difficile de trouver des références scientifiques pour choisir les valeurs de coefficients. Par convention, le coefficient des milieux structurants est souvent 1. Il est conseillé de travailler par proportionnalité, par exemple à quel point un milieu A est-il perméable par rapport à un milieu B ?

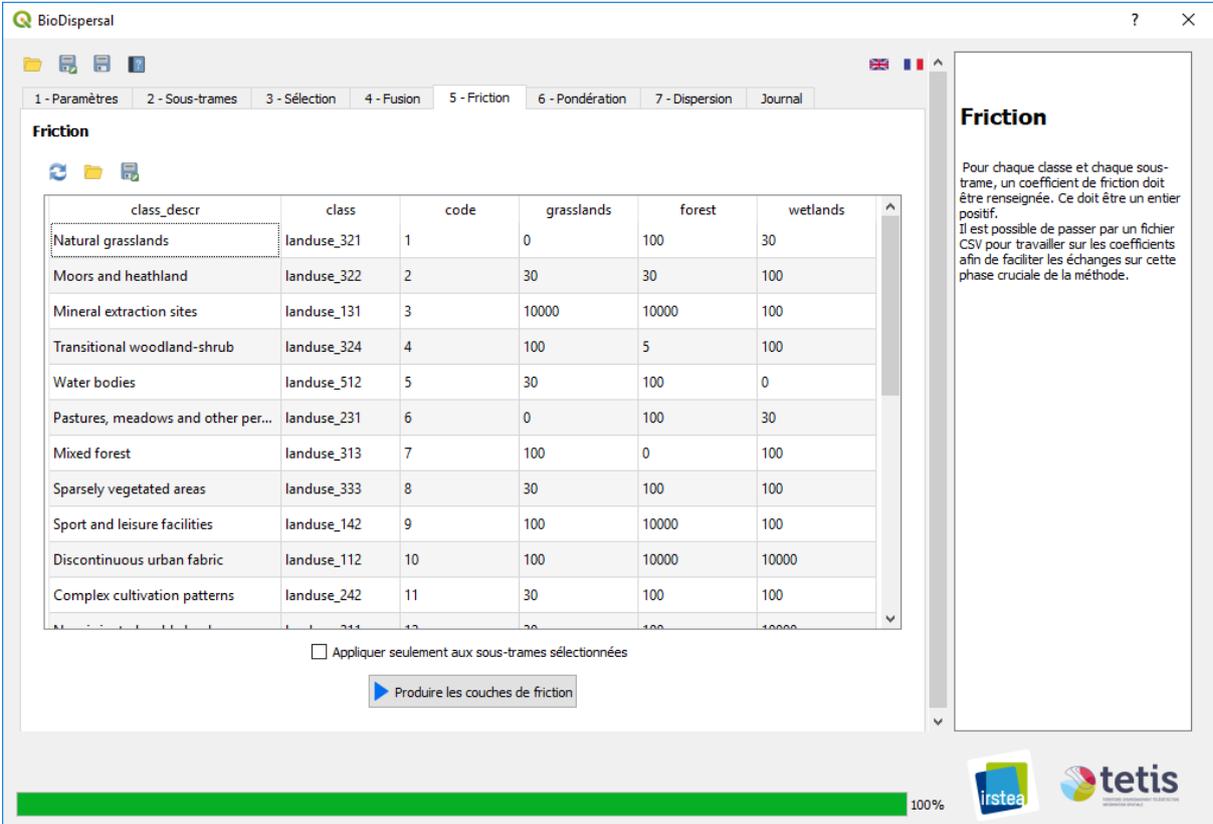
Les éléments infranchissables doivent avoir un coefficient élevé, supérieur au coût maximal de dispersion.

Appuyer sur  pour **Recharger toutes les classes de friction**.

Appuyer sur  pour **Ouvrir un tableau de friction** depuis un fichier déjà existant. ». Attention à enregistrer au préalable le tableau sous format CSV (Comma-Separated Values) depuis une feuille Excel par exemple. Le séparateur doit être le point-virgule « ; ».

Appuyer sur  pour **Enregistrer le tableau de friction** dans un fichier CSV.

Appuyer sur  pour **Produire les couches de friction** qui contiennent un coefficient de friction pour chaque pixel selon sa classe et la sous-trame considérée. Pour chaque sous-trame, le résultat *soustrame_friction.tif* est chargé dans QGIS avec un style prédéfini : un gradient de couleurs du vert (très perméable) au rouge (peu perméable) avec une couleur par valeur unique de friction.



The screenshot shows the BioDispersal software interface. The main window has a menu bar with options: 1 - Paramètres, 2 - Sous-trames, 3 - Sélection, 4 - Fusion, 5 - Friction, 6 - Pondération, 7 - Dispersion, and Journal. The 'Friction' tab is active, displaying a table with the following data:

class_descr	class	code	grasslands	forest	wetlands
Natural grasslands	landuse_321	1	0	100	30
Moors and heathland	landuse_322	2	30	30	100
Mineral extraction sites	landuse_131	3	10000	10000	100
Transitional woodland-shrub	landuse_324	4	100	5	100
Water bodies	landuse_512	5	30	100	0
Pastures, meadows and other per...	landuse_231	6	0	100	30
Mixed forest	landuse_313	7	100	0	100
Sparsely vegetated areas	landuse_333	8	30	100	100
Sport and leisure facilities	landuse_142	9	100	10000	100
Discontinuous urban fabric	landuse_112	10	100	10000	10000
Complex cultivation patterns	landuse_242	11	30	100	100

Below the table, there is a checkbox labeled 'Appliquer seulement aux sous-trames sélectionnées' and a button labeled 'Produire les couches de friction'. To the right of the table is a help panel titled 'Friction' with the following text: 'Pour chaque classe et chaque sous-trame, un coefficient de friction doit être renseigné. Ce doit être un entier positif. Il est possible de passer par un fichier CSV pour travailler sur les coefficients afin de faciliter les échanges sur cette phase cruciale de la méthode.'

6. Pondération

La pondération permet de retravailler les couches de friction obtenues pour prendre en compte d'autres éléments que l'occupation du sol ou de croiser plusieurs couches de friction. Les couches de friction et de pondération sont alignées (emprise et résolution, ré-échantillonnage au plus proche voisin) par le plugin si ce n'est pas déjà le cas.

Mode de pondération : choisir le mode de pondération parmi les modes suivants. Le pixel de friction et le pixel de pondération correspondent aux pixels de chaque couche qui sont alignés.

- *Minimum* : le pixel de sortie est le minimum entre les pixels de friction et de pondération.
- *Maximum* : le pixel de sortie est le maximum entre les pixels de friction et de pondération.
- *Multiplication* : le pixel de sortie est le produit du pixel de friction par celui de pondération.
- *Intervalles* : le pixel de friction est multiplié par la valeur de pondération si le pixel de pondération appartient à l'intervalle de valeurs correspondant, il reste inchangé sinon.
- *Tampons* : le pixel de friction est multiplié par la valeur de pondération si la distance minimale de ce pixel à un pixel de la couche de pondération (différent de NoData) appartient à l'intervalle de distance correspondant. La distance est exprimée en mètres. Cela peut servir à modéliser des nuisances indirectes comme la proximité au bâti ou aux routes.

Couche de friction : choisir la couche de friction.

Couche de sortie : choisir la couche de sortie.

Pondération : choisir la couche de pondération qui sera croisée avec la couche de friction.

- *Intervalles* : définir les intervalles de valeur de la couche de pondération et les valeurs de pondération associées. **Les intervalles doivent être contigus.**
- *Tampons* : définir les intervalles de distances à la couche de pondération et les valeurs de pondération associées. **Les intervalles doivent être contigus.**

Pondération
Cette étape est optionnelle

La pondération permet de retravailler les couches de friction obtenues pour prendre en compte d'autres éléments que l'occupation du sol ou de croiser plusieurs couches de friction. Les couches de friction et de pondération sont alignées (emprise et résolution, ré-échantillonnage au plus proche voisin) par le plugin si ce n'est pas déjà le cas.

Modes de pondération

- Direct : les 2 couches sont multipliées
- Intervalles : le pixel de la couche de friction est multiplié par la valeur de pondération si le pixel de la couche de pondération appartient à l'intervalle de valeurs correspondant, il reste inchangé sinon.
- Tampons : le pixel de la couche de friction est multiplié par la valeur de pondération si la distance minimale de ce pixel à un pixel de la couche de pondération appartient à l'intervalle de distance correspondant. La distance est exprimée en mètres. Cela peut servir à modéliser des nuisances indirectes comme la proximité au bâti ou aux routes.
- Maximum : chaque pixel correspond au maximum entre valeur de friction et de pondération.
- Minimum : chaque pixel correspond au minimum entre valeur de friction et de pondération.

low_bound	up_bound	pond_value
0	50	2
50	200	1,5
200	500	1,2

mode	intervals	friction	pondération	out_layer
Tamppons	SousTrames/grasslands/g...	Groupes/roads/roads_raster.tif	(([0,0,50,0],2,0) - ([50,0,200,0],1,5) - ([200,0,500,0],1,2)	SousTrames/gr...

Appliquer seulement aux lignes sélectionnées

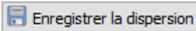
7. Dispersion

Cette dernière étape modélise les aires de dispersion des espèces par la méthode des coûts cumulés à partir des réservoirs de biodiversité.

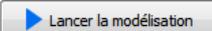
Réservoirs de biodiversité : sélectionner ou ouvrir la couche de réservoirs de biodiversité qui contient les pixels de départ de la modélisation.

Raster de friction : sélectionner ou ouvrir la couche de friction créée aux étapes 5 ou 6.

Coût max : renseigner la capacité maximale de dispersion de l'espèce exprimée en unité de coût.

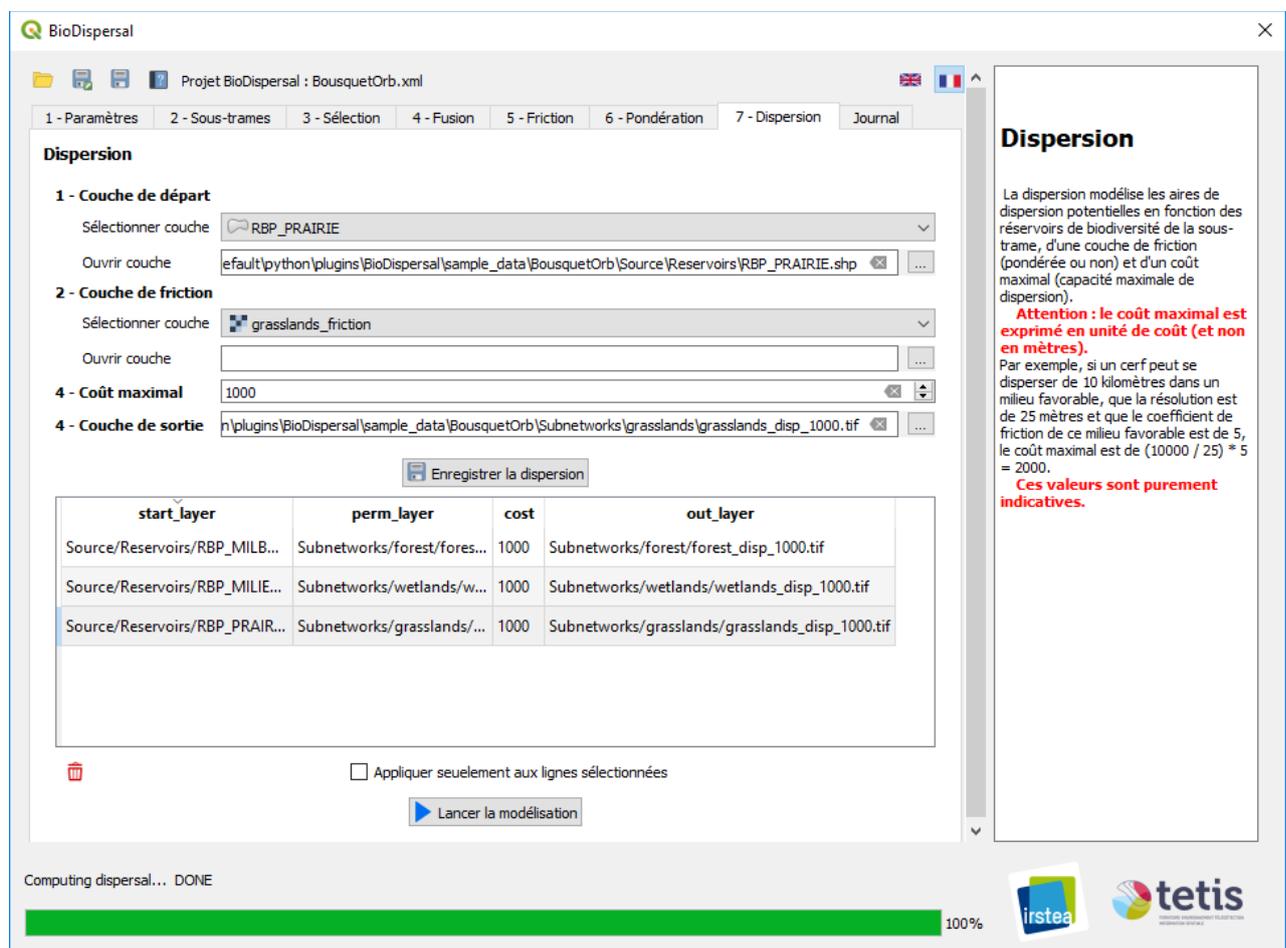
Appuyer sur  pour enregistrer le paramétrage de la modélisation pour la sous-trame et la distance (en unité de coût) données. Il est possible d'ajouter plusieurs configurations par sous-trame pour effectuer des tests (coût max qui varie par exemple).

=> Effectuer cette étape pour chaque sous-trame.

Appuyer sur  pour lancer la modélisation pour l'ensemble des configurations ajoutées. Les couches produites sont chargées dans QGIS avec un style prédéfini : un dégradé d'une couleur choisie aléatoirement (plus le pixel est clair moins il est accessible).

Cette opération peut prendre plusieurs minutes.

Appliquer seulement aux lignes sélectionnées : Valider cette option pour appliquer les sélections uniquement aux lignes sélectionnées (surlignées en bleu).



Dispersion

La dispersion modélise les aires de dispersion potentielles en fonction des réservoirs de biodiversité de la sous-trame, d'une couche de friction (pondérée ou non) et d'un coût maximal (capacité maximale de dispersion).

Attention : le coût maximal est exprimé en unité de coût (et non en mètres).

Par exemple, si un cerf peut se disperser de 10 kilomètres dans un milieu favorable, que la résolution est de 25 mètres et que le coefficient de friction de ce milieu favorable est de 5, le coût maximal est de $(10000 / 25) * 5 = 2000$.

Ces valeurs sont purement indicatives.

start_layer	perm_layer	cost	out_layer
Source/Reservoirs/RBP_MILB...	Subnetworks/forest/fores...	1000	Subnetworks/forest/forest_disp_1000.tif
Source/Reservoirs/RBP_MILIE...	Subnetworks/wetlands/w...	1000	Subnetworks/wetlands/wetlands_disp_1000.tif
Source/Reservoirs/RBP_PRAIR...	Subnetworks/grasslands/...	1000	Subnetworks/grasslands/grasslands_disp_1000.tif

Computing dispersal... DONE 100%

Logos: irstea, tetis

Algorithmes

BioDispersal utilise des traitements déjà existants (*gdal:rasterize*, *gdal:merge*, *gdal:warpreproject*, *native:reclassifybytable*, *r:cost*, ...) mais de nouveaux développements ont été nécessaires et sont accessibles sous la forme d'algorithmes dans la boîte à outils :

- **Raster selection by value**: création d'une nouvelle couche raster qui contient les pixels de la couche d'entrée qui vérifient l'opération arithmétique renseignée. Cet algorithme peut servir à extraire les coefficients de friction qui ont une certaine valeur (égaux à 1 par exemple).
- **Run BioDispersal from configuration file** : exécution de la chaîne de traitement entière depuis un fichier projet (fichier .xml contenant une configuration BioDispersal). Le journal peut être sauvegardé dans un fichier texte.
- **Selection (VExpr)**: les entités de la couche d'entrée qui vérifient l'expression renseignée sont ajoutés à la couche vectorielle de sortie (qui est créée si nécessaire). Cette couche de sortie contient les champs *Origin* (chemin de la couche d'entrée), *Class* (nom de la classe, donné en paramètre) et *Code* (code de classe, donné en paramètre).
- **Selection (VField)**: création d'une nouvelle couche vectorielle avec les champs *Origin*, *Class* et *Code*. Pour chaque valeur unique du champ rentré en paramètre, un nom de classe et un code sont construits à partir des autres paramètres.
- **Weighting (Basics)**: création d'une nouvelle couche raster depuis une couche de friction et une couche de pondération d'après les modes *Minimum*, *Maximum* et *Multiplication* décrits en section 'Pondération'.
- **Weighting (By distance)**: création d'une nouvelle couche raster depuis une couche de friction et une couche de pondération d'après le mode *Tampons* décrit en section 'Pondération'.
- **Weighting (By value)**: création d'une nouvelle couche raster depuis une couche de friction et une couche de pondération d'après le mode *Intervalles* décrit en section 'Pondération'.



Exemple d'utilisation

Des données de test sont fournies avec le plugin dans le répertoire *sample_data/BousquetOrb*.

Le tableau ci-dessous illustre les résultats des étapes de sélection (pour le groupe d'occupation du sol), de fusion, de friction et de dispersion (pour la sous-trame des milieux prairiaux).

