



CRÉATION DE CLASSES DE HAUTEURS D'EAU PLUGIN QGIS - CARTOZI

Notice utilisateur

Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI)
Pôle Modélisation et Hydrologie Opérationnelle (MHO)

HISTORIQUES DES VERSIONS DU DOCUMENT

Version	Date	Rédacteurs	Commentaire
V1	27/02//2015	Pierre-Adrien Hans - DREAL Centre/SHPEC – Service de Prévision des Crues Loire-Cher-Indre	Version 1 du document
	13/05/2015	Violaine Jagu – SCHAPI/Pôle MHO	Mise à jour
	12/08/2016	Violaine Jagu – SCHAPI/Pôle MHO	Mise à jour

SOMMAIRE

1.Présentation.....	2
1.1.Généralités.....	2
1.2.Installation de l'extension et interface du plugin.....	4
1.3.Complément d'installation du plugin CartoZI.....	6
1.4.Vérification des chemins d'accès.....	9
1.5.Fonctionnement du plugin.....	10
2. Utilisation Des Modules.....	13
2.1.Travaux sur le modèle numérique de terrain.....	14
a)Calculer les zones à reboucher.....	14
b)Reboucher un MNT.....	15
2.2.Génération du modèle de surface libre en eau.....	16
a)Trier des profils selon un champ.....	16
b)Interpolation de profils.....	17
c)Génération des casiers.....	20
d)Triangulation de nœuds.....	21
e)Assemblage.....	22
2.3.Calcul des classes de hauteurs d'eau.....	24
a)Calculer les hauteurs brutes.....	25
b)Déterminer les zones connectées.....	26
c)Classer les hauteurs d'eau.....	27
2.4.Lissage de la donnée.....	29
a)Lissage raster (sortie raster).....	29
b)Lissage raster (sortie vecteur).....	31
c)Lissage d'un vecteur préexistant.....	34
d)Exporter les polygones sans lissage.....	39
3.Résumé des étapes de création des classes de hauteurs de submersion.....	39
4.Astuces.....	40
4.1.Préparation du travail avec Cartozi.....	40
4.2. Utilisation Des Modules.....	41

1.PRÉSENTATION

1.1.Généralités

Le plugin CartoZI a pour objectif de **faciliter la construction de « classes de hauteurs d'eau » sur l'emprise d'une Zone inondée potentielle**, avec le logiciel QGIS, en proposant à l'utilisateur une série de modules (voir la partie « Utilisation des modules »), pour traiter ses données d'entrées **et obtenir une couche vectorielle de classes de hauteurs d'eau, relativement légère et donc facilement utilisable.**

Le plugin CartoZI s'appuie, pour la création des classes de hauteurs d'eau, sur la soustraction entre un modèle numérique à surface libre en eau (MNSLE) et un modèle numérique de terrain (MNT), pour obtenir un raster de hauteurs brutes.

Le MNSLE, créé à partir de données des profils en travers de cours d'eau ou de cotes d'eau atteintes issues de repères de crue, est construit sur l'emprise totale du modèle. Il faut ensuite filtrer les zones en eau pour ne conserver que celles en contact réel avec le cours d'eau, et donc créer un masque correspondant à la zone d'étude.

Les dernières étapes consistent à définir les classes de hauteurs et à transformer le jeu de données raster en vecteur (format d'import des géométries dans VIGInond).

D'une manière générale, le fonctionnement dans l'environnement de QGIS est intéressant pour des secteurs ne dépassant pas quelques **dizaines de kilomètres**. Pour des secteurs plus vastes, l'utilisation des modules GRASS dans un « vrai » environnement GRASS sera plus stable et plus performante, même si le plugin fonctionnera également dans ces conditions.

Le plugin est écrit en python et a été développé dans la version 2.2 32 bits de QGIS dans un environnement Windows 7. Il est a priori compatible avec toutes les versions de QGIS 2.X, en 32 ou 64 bits. **Le plugin utilise des algorithmes GRASS** (voir la partie Compléments d'installation). La version de GRASS utilisée est 6.4. Aucun test n'a été réalisé pour envisager l'utilisation des versions 7.x de GRASS.

Des limitations mémoire ont été constatées sur les distributions Windows XP, n'affectant pas la réalisation des calculs mais l'export des résultats. Si un tel cas se présente, l'utilisateur pourra augmenter la résolution spatiale des traitements (par exemple, utiliser une résolution de 5m*5m pour les rasters plutôt que 2m*2m).

La dernière version du plugin au moment de l'écriture de ce document est la version 1.2.3 (dernière mise à jour le 12/08/2016).

Suivi des versions du plugin :

- 0.1 :
 - première version du plugin
- 0.2 :
 - ajout des modules traitant les MNT (zones à reboucher et rebouchage de MNT)
 - meilleure gestion de l'affichage des boîtes de dialogue
- 0.3 :
 - ajout d'un menu pour installer automatiquement les modules complémentaires
 - ajout d'un module de triangulation
 - gestion de la fermeture des boîtes de dialogue
- 0.4 :
 - gestion de la projection des couches
 - passage sous licence GNU/GPL
 - réorganisation de l'arborescence du plugin
- 0.5 :
 - correction des algorithmes :
 - *v.surf.linear* (interpolation des profils) pour accepter les points doubles dans les profils
 - *ZI_lissage_vecteur* (lissage vecteur) pour gérer le cas d'une disparition complète d'une classe de hauteur
 - utilisation de la boîte mail dédiée gérée par le SCHAPI dans les contacts
- 0.6 :
 - correction des algorithmes :
 - *v.surf.linear* (interpolation des profils) au niveau de la création de profils intermédiaires
 - *ZI_emprise_connectee* (détermination de zones connectées) pour vérifier la présence de zones en eau
 - *ZI_lissage_raster* (lissage raster) pour ajouter des filtres standardisés
 - possibilité d'écraser les fichiers existants

- amélioration de la gestion du nommage des fichiers
- 1.0 :
 - évolution des algorithmes :
 - *ZI_interpolation_profils* (interpolation des profils) avec la possibilité de générer des lignes isocotes
 - *lissage vecteur* : découpage de la chaîne de traitements en 3 groupes, et possibilités de lissage accrues (modification de la géométrie et plus uniquement agrégation des petits polygones)
 - nouveau module :
 - *reprise d'une couche vectorielle* : lissage d'une couche de polygones existante
 - modification de la procédure d'installation automatique des modules
 - ajout dans chaque boîte de dialogue d'un lien vers l'aide du module
- 1.1.0 :
 - évolution des algorithmes :
 - *ZI_interpolation_profils* gestion des profils avec la même cote
 - *lissage vecteur* : correction des erreurs géométriques éventuelles
 - MAJ de la procédure d'installation automatique des modules
- 1.2.1 :
 - évolution des algorithmes :
 - *ZI_interpolation_profils* l'espacement entre deux points d'une ligne est géré à partir de 1/10000 de la longueur totale de la ligne
 - *lissage vecteur* : ajout de la possibilité d'utiliser des points durs ; le lissage vecteur est maintenant basé sur l'algorithme de reprise vecteur, avec conversion préalable du raster en vecteur
 - réorganisation de la structure du plugin pour une meilleure lisibilité

1.2.Installation de l'extension et interface du plugin

Pour installer le plugin il faut d'abord configurer la connexion au dépôt Qgis du SCHAPI, pour cela consulter la rubrique :

http://pch.metier.e2.rie.gouv.fr/IMG/pdf/Config_Depot_QGIS_v1.1.pdf

Ensuite, dans le menu Qgis « Extension », « Installer/Gérer les extensions », inscrire « CartoZi » dans la barre de recherche. Enfin, « Installer l'extension ».

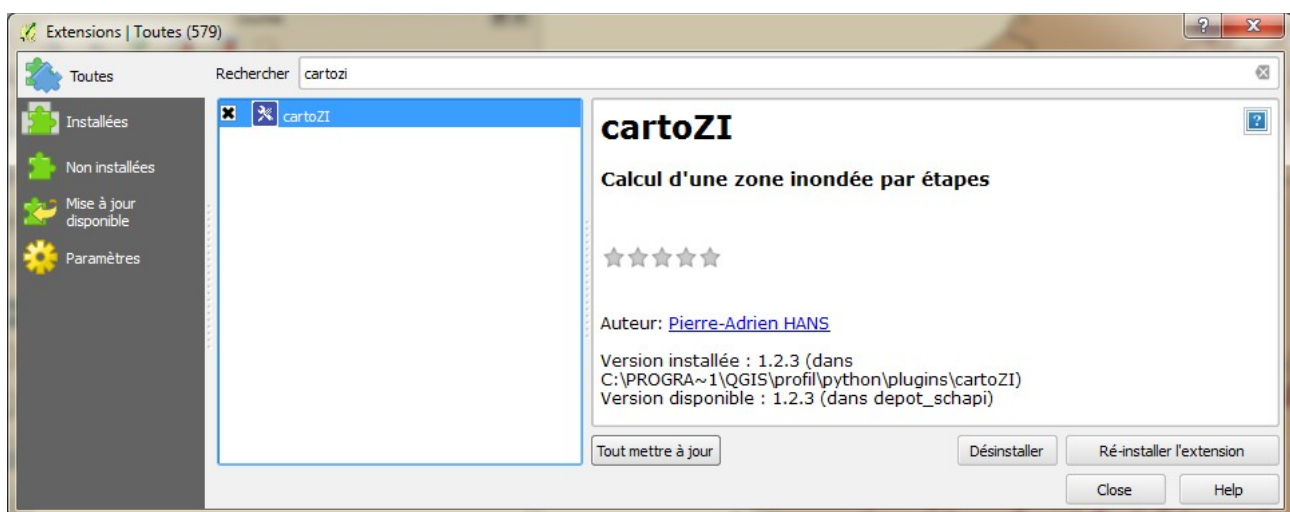


Fig. 1 : Recherche de l'extension CartoZi

Le plugin prend la forme d'un menu contextuel qui vient s'intégrer dans la barre de menu de l'utilisateur (voir la figure 2).

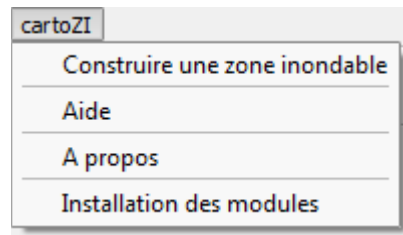


Fig. 2. : Arborescence du plugin

Quatre onglets sont disponibles :

- « **Construire une zone inondable** » : ouvre le dockwidget (panneau déplaçable et accrochable dans l'interface de QGIS) qui permet l'accès aux différents modules (voir figure 3).
- « **Aide** » : affiche l'aide dans le navigateur web de l'utilisateur.
- « **À propos** » : rappelle la version courante du plugin et les contacts.
- « **Installation des modules** » : cherche à installer les modules complémentaires nécessaires (voir la section « Compléments d'installation »).



Fig. 3. : Architecture du dockwidget

1.3.Complément d'installation du plugin CartoZI

Le plugin CartoZI permet la production de couches de « classes de hauteurs d'eau » dans un environnement QGIS. Cependant, la plupart des traitements sont réalisés à travers le logiciel GRASS, installé en même temps que QGIS. Des modules, dédiés au plugin CartoZI, **doivent être installés en**

supplément. Le menu CartoZI « Installation des modules » permet - pour les distributions Windows - de procéder à une installation automatique des différents modules et dépendances nécessaires. L'utilisateur devra disposer des droits nécessaires pour la copie des fichiers, ce qui pourra nécessiter l'intervention d'un **administrateur**. À la fin de cette procédure, il faut redémarrer QGIS pour permettre la prise en compte des nouveaux algorithmes.

Dans le cas où l'installation automatique échouerait, l'utilisateur pourra se reporter aux instructions ci-dessous (voir résumé figure 5). Les fichiers « à créer » ou « à placer » sont en fait **déjà disponibles** dans le dossier C:\Program Files\QGIS. L'utilisateur devra se charger ensuite de les trouver et de les placer correctement dans son arborescence (qui pourra éventuellement comporter des différences par rapport aux répertoires évoqués ci-dessous).

Les modules suivant doivent être installés :

- v.surf.linear
- ZI_interpolation_profils
- ZI_classification
- ZI_emprise_connectee
- ZI_lissage_raster
- ZI_lissage_vecteur

1. Pour les distributions Windows, les **fichiers scripts python** doivent être placés par l'utilisateur dans le dossier C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\scripts. (depuis l'emplacement C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\grass\scripts).
2. Windows ne disposant pas nativement d'interpréteur python, il nécessite la **création de fichiers .bat** (par exemple ZI_classification.bat) à placer dans le dossier .\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\bin.
3. CartoZI appelle ses modules à travers la « Boîte à outils » (ou "processing") (voir la figure 4). Pour ce faire, il faut implémenter les nouveaux modules GRASS dans la boîte à outil. Cette étape s'effectue en **créant des fichiers d'appel .txt** (par exemple ZI_classification.txt) dans un répertoire du plugin processing. Selon l'installation de l'utilisateur, l'emplacement de ce dossier peut être :

- .\QGIS\profil\python\plugins\processing\algs\grass\description
- C:\Users\utilisateur\.qgis2\python\plugins\processing\algs\grass\description
- .\QGIS\apps\qgis\python\plugins\processing\algs\grass\description

Remarque : il n'est pas nécessaire de créer de fichier .txt pour v.surf.linear

4. **Un script (orderByField.py)** doit également être placé dans un des dossiers suivants (en fonction de l'installation) :
- .\QGIS\profil\processing\scripts
 - C:\Users\utilisateur\.qgis2\processing\scripts

Une fois les différents fichiers installés, les algorithmes doivent apparaître dans la boîte à outils de QGIS (Menu « Processing »> « Toolbox ») en développant « Grass commands » puis « CartoZI »).

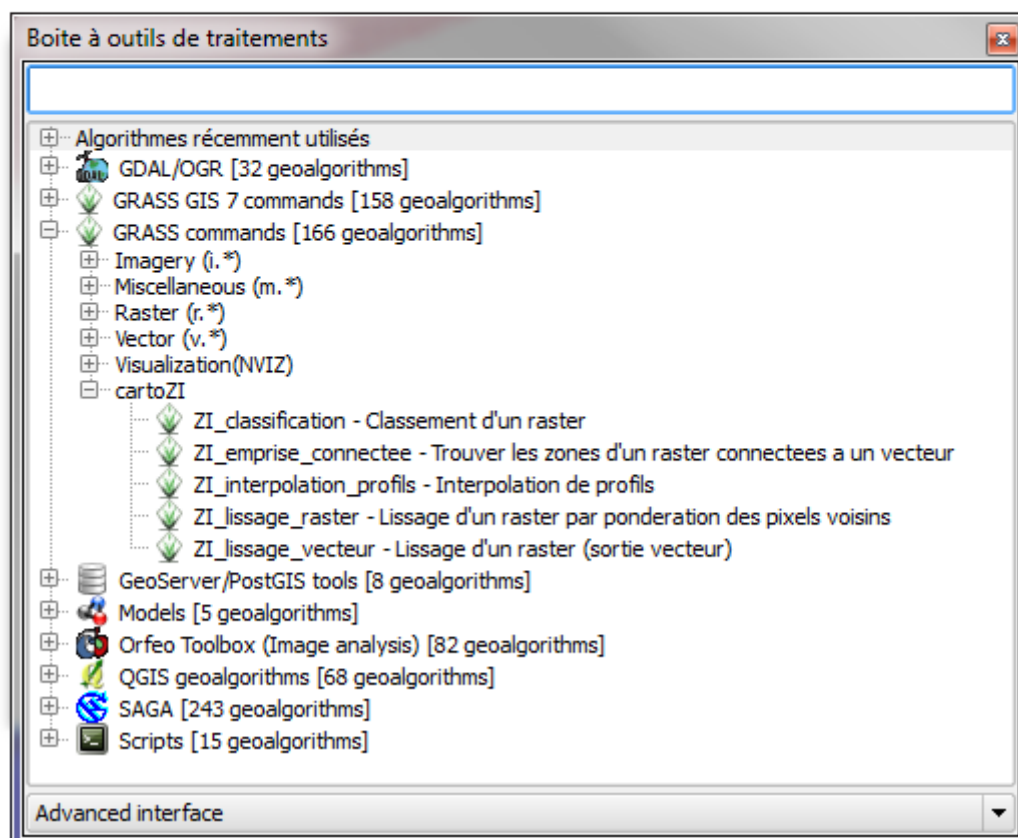
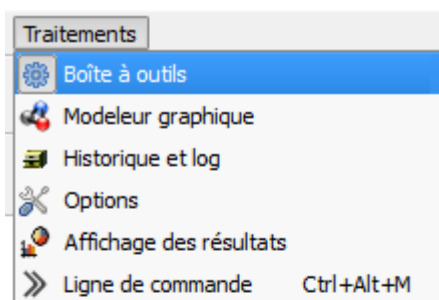


Fig. 4. : Boîte à outils de QGIS

Origine des fichiers	Instructions	Destination des fichiers
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\grass\scripts	Copier le contenu du dossier : <i>plugins\cartoZI\modules\grass\scripts</i> dans le dossier C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\scripts	C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\scripts
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\grass\bin	Copier et placer les fichiers .bat dans le dossier C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\bin	C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\bin
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\processing\algs\grass	Placer les fichiers d'appel .txt dans le répertoire du plugin processing	C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\processing\algs\grass\description
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\processing\scripts	Placer le script (orderByField.py) dans C:\Program Files\QGIS\profil\processing\scripts	C:\Program Files\QGIS\profil\processing\scripts

Fig . 5 : Résumé des modifications à apporter au dossier QGIS pour l'installation de CartoZI, pour une configuration Windows

1.4.Vérification des chemins d'accès

Attention : pour les versions 2.6 distribuées par le MEDDE, des erreurs de configuration sont présentes dans le paramétrage du "processing". Une procédure de secours est intégrée dans le plugin, mais sans garantie de succès. Le cas échéant, il faudra vérifier la configuration, et notamment les chemins de « GRASS folder » et de « Msys folder », présents sur la figure 6.

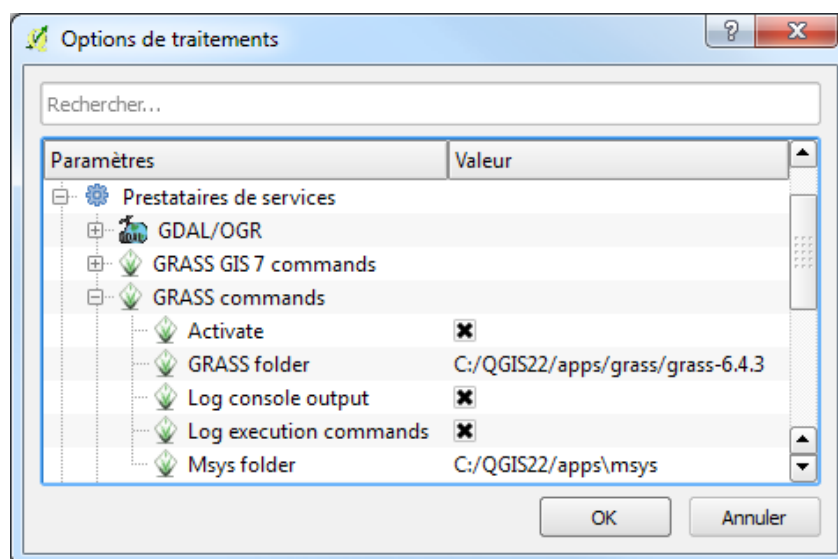


Fig 6. : Configuration théorique de la « Boîte à outils »

Cliquez sur « processing », « options », « prestataires de services », développez « grass commands » et vérifiez que la valeur de « Grass Folder » est bien le chemin d'accès à votre programme Grass : (exemple pour configuration windows) C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4. De même pour Msys Folder (C:\Program Files\QGIS\apps\msys).

1.5.Fonctionnement du plugin

Le plugin réalise une série de traitements, présentés sur la figure 7. L'idée générale est qu'à chaque étape de traitement est associé un module spécifique. Chaque module, après renseignement des différents paramètres, réalise le traitement et charge la nouvelle couche dans QGIS. Cette couche peut être réutilisée comme entrée pour le traitement suivant (par exemple, le raster des hauteurs brutes peut être réutilisé pour obtenir les hauteurs classées).

Le positionnement des modules dans le traitement général est présenté sur la figure 8. Chaque module ouvre une boîte de dialogue qui lui est propre, et dont les paramètres sont explicités dans les paragraphes suivants. D'une manière générale, le plugin n'est capable de générer que le **format TIFF** (.tif) pour les sorties raster et le format ESRI **Shapefile** (.shp) pour les sorties vecteur. Les rasters sont compressés et les vecteurs simplifiés automatiquement, pour réduire l'espace disque utilisé et pour améliorer les performances d'affichage.

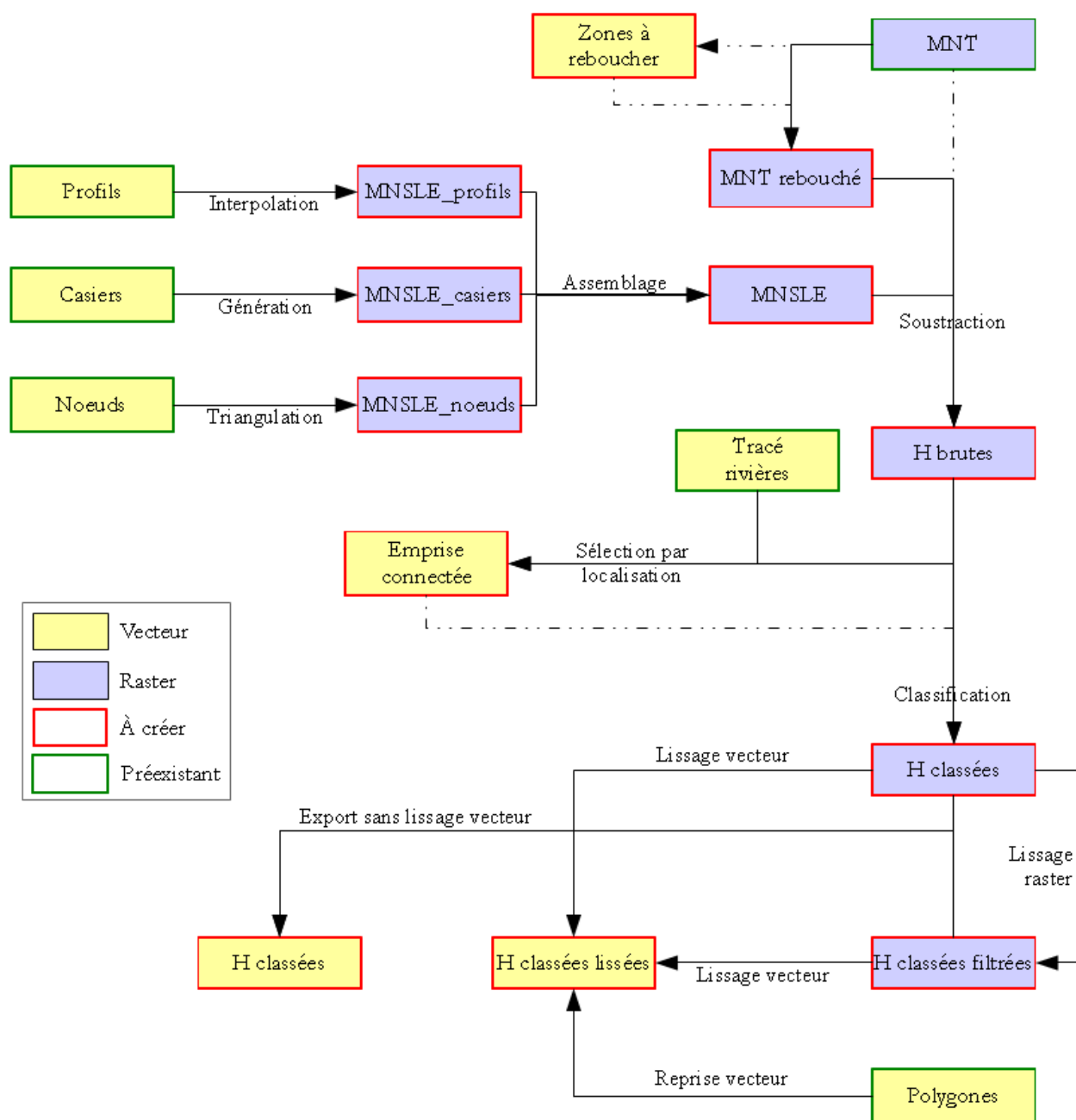


Fig. 7. : Fonctionnement général du plugin

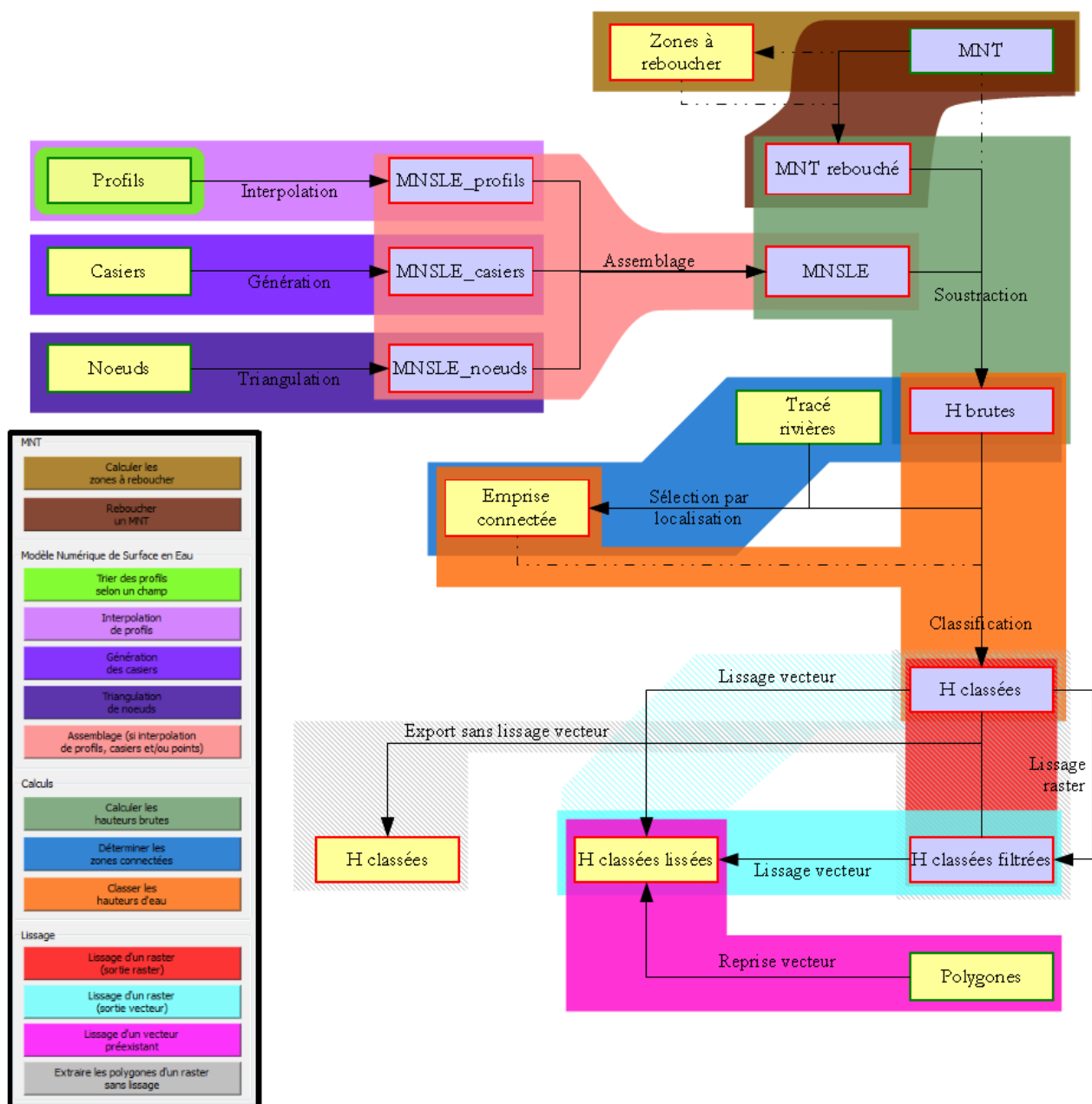


Fig. 8. : Actions des différents modules

Le plugin pilote le « processing », qui appelle en particulier les algorithmes GRASS. Pour ce faire, le « processing » génère une géodatabase GRASS à la volée, en tenant compte du système de projection récupéré depuis la couche d'entrée. Dans le cas où plusieurs couches d'entrées sont renseignées par l'utilisateur dans un module et que leurs systèmes de projection sont différents, une boîte de dialogue (figure 9) s'ouvre et invite l'utilisateur à choisir la projection voulue pour la couche de sortie parmi les systèmes de projection détectés.

Si les **systèmes de projections** sont incompatibles, le résultat n'est pas garanti. En effet, aucune reprojection des couches n'est réalisée par le plugin : l'utilisateur doit procéder manuellement à cette opération.

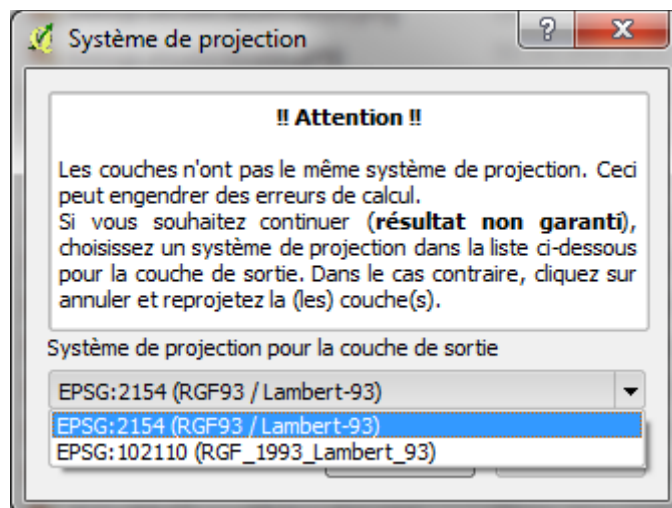


Fig. 9. : Boîte de dialogue en présence de multiples systèmes de projection

Enfin, d'une manière générale, l'utilisateur doit avoir conscience que travailler avec des rasters en **valeurs entières** permet un gain important en termes d'espace disque et au niveau des temps de calculs. Dans la mesure du possible, en particulier sur des zones de calculs très étendues, il est fortement conseillé d'utiliser des rasters à valeurs entières.

2. UTILISATION DES MODULES

Résumé des étapes de création des classes de hauteurs d'eau

1. Interpolation des données brutes d'entrée (profils, casiers, nœuds) : Tri et interpolation des profils, Génération de casiers, Triangulation de nœuds ; puis assemblage des différents rasters obtenus. Pour parvenir à la création du **Modèle Numérique de Surface Libre en Eau**.
2. Travail sur le MNT (module MNT) si nécessaire.
3. Soustraction entre le MNSLE et le MNT pour obtenir les hauteurs brutes de submersion.
4. Création d'un masque à appliquer aux hauteurs brutes afin de délimiter les zones en eau et supprimer les artefacts ainsi que les valeurs négatives.
5. Classer les hauteurs brutes pour obtenir un raster à valeurs entières de classes de hauteurs d'eau.
6. Lissage des données pour simplifier la géométrie et la taille de la couche.
7. Conversion de la couche Raster en Vecteur, par l'intermédiaire du module « Lissage raster (sortie vecteur) »
8. Dernières étapes supplémentaires sous QGIS pour l'insertion des couches dans la base nationale VIGInond : Regrouper les polygones de même classe pour simplifier la table attributaire et obtenir la ZICH (Zones isoclasses de hauteurs) avec l'outil vecteur de géo-traitement « Regrouper ». Et construction de la ZIP associée en utilisant l'outil d'édition « Fusionner les entités sélectionnées »

2.1.Travaux sur le modèle numérique de terrain

Les deux modules suivants n'ont un intérêt que si l'utilisateur dispose d'un MNT qui n'est pas complet (lit mineur, zone boisée, etc.). Dans ce contexte, l'aléa de submersion ne pourra pas être quantifié. L'objectif est donc de proposer un moyen de **combler les vides d'un MNT**.

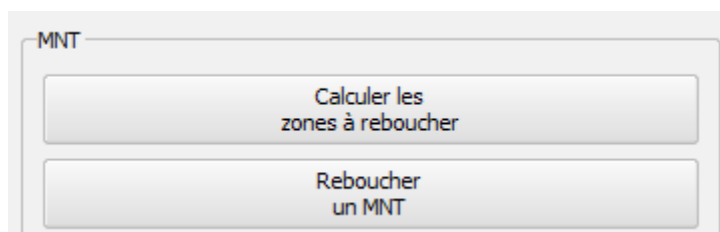


Fig. 10 : Section « MNT »

a)Calculer les zones à reboucher

Ce module permet de créer un masque pour le module suivant « reboucher un MNT » afin que celui-ci produise de la donnée sur l'ensemble d'un secteur défini. Le module accepte en entrée un raster (le MNT à reboucher). Il va déterminer les zones de ce raster où il y a de la donnée, les convertir en polygones, supprimer les îles (au sens topologique ; il s'agit des zones sans donnée totalement incluses dans une zone avec de la donnée) et exporter la couche de polygones ainsi créée. L'objectif est d'obtenir **une couche de polygones qui va couvrir l'ensemble du territoire** sur lequel on souhaite avoir de la donnée topographique.

À la suite de ce traitement, il peut subsister des zones à reboucher non prises en compte dans la couche de polygones. C'est par exemple le cas lorsqu'on dispose d'un MNT où les surfaces en eau ont été enlevées (voir un exemple ci-dessous) : la couche produite va globalement contenir deux polygones, celui en rive gauche et celui en rive droite. Il appartient alors à l'utilisateur de **modifier manuellement la couche** pour intégrer le lit mineur dans les zones à reboucher (par exemple en supprimant des nœuds avec l'outil d'édition de QGIS).

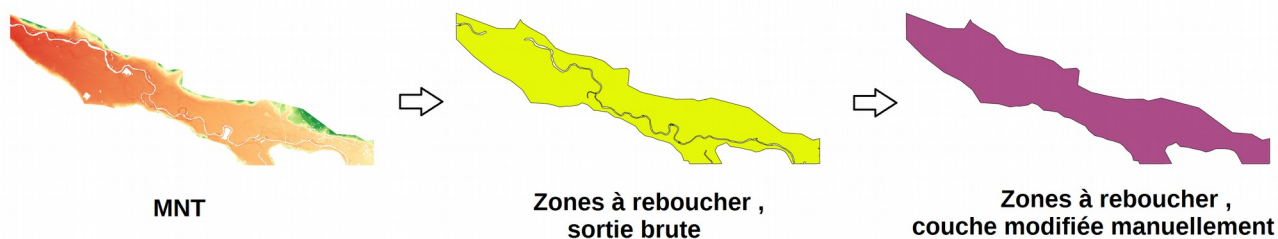


Fig. 11 : Exemple de rebouchage

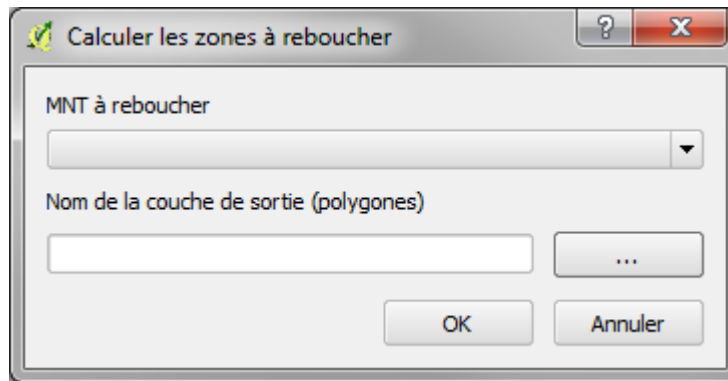


Fig. 12 : Calculer les zones à reboucher

Les zones à reboucher peuvent également être déterminées « à la main », en dessinant simplement un polygone englobant l'ensemble du territoire à reboucher. Néanmoins, le module « Reboucher un MNT » utilisera alors cette couche comme masque et pourra créer de la donnée là où on ne souhaite pas nécessairement en avoir.

Remarque : Lors du travail avec CartoZI veillez à ne pas utiliser de « - » dans le nom de vos couches d'entrée.

b) Reboucher un MNT

Ce module prend en entrée un raster (le MNT à reboucher) et éventuellement une couche de polygones pour limiter l'étendue du rebouchage (qui pourra être obtenue via le module précédent « Calculer les zones à reboucher »).

Le traitement consiste à extraire des points avec de la donnée topographique autour des zones sans donnée, puis d'interpoler (TIN) une surface entre ces points. Ensuite, la nouvelle surface créée est intégrée au raster initial.

Il est possible de travailler avec des valeurs entières, ce qui accélère l'étape d'interpolation. Dans ce cas, un **coefficient multiplicateur** permet de transformer le MNT initial s'il n'est pas en valeurs entières (par exemple, si le MNT initial est en mètres, un coefficient de 100 produira un MNT reboucher en centimètres).

Pour une meilleure fiabilité dans les calculs, il est préférable de conserver une résolution proche de celle du raster à reboucher. La résolution doit également être cohérente avec la précision finale attendue de la chaîne de traitements.

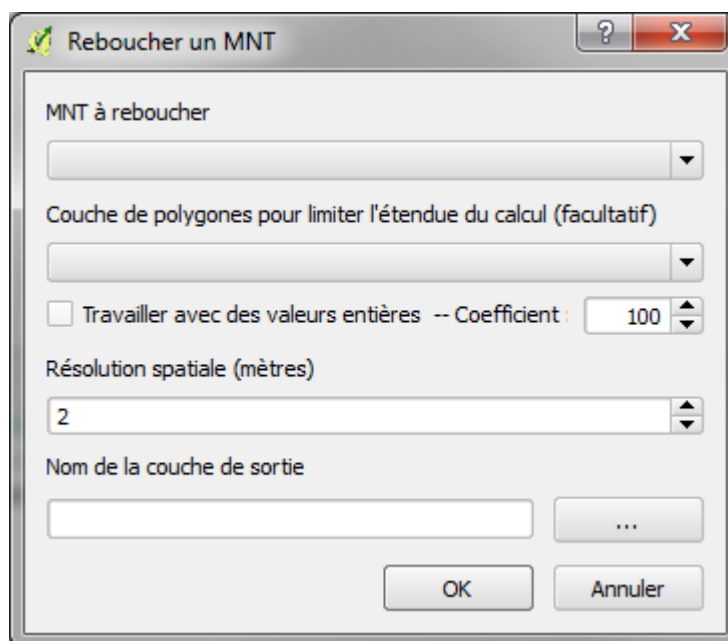


Fig. 13 : Module « Reboucher un MNT »

2.2. Génération du modèle de surface libre en eau

Les cinq modules présents dans cette section permettent la création de la surface en eau.

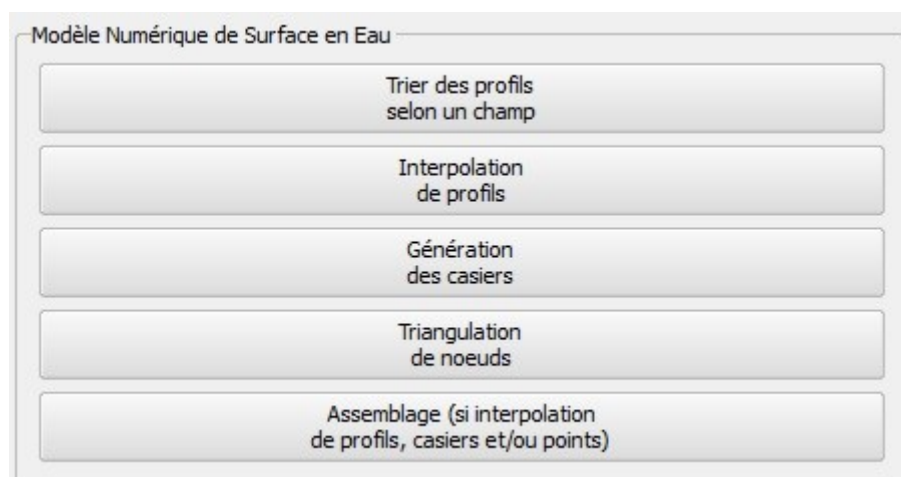


Fig. 14 : Section « MNSLE »

a) Trier des profils selon un champ

Cette étape permet de **préparer une couche de profils** (réalisée au préalable) avant d'utiliser le module « Interpolation de profils ». En effet, le module d'interpolation travaille entre deux profils successifs. Si ces derniers ne sont pas triés, l'interpolation ne donnera pas un résultat satisfaisant. Par ailleurs, le tri doit être réalisé « en dur » : un tri visuel dans la table attributaire n'est pas suffisant.

Remarque : Renseignez les côtes des profils dans la même unité que celle de votre MNT. Ce dernier peut par exemple être multiplié avec la calculatrice raster pour être transformé en valeurs entières.

Remarque : Ne pas utiliser le caractère « - » dans le nom de vos couches d'entrée (couche de profils à trier) de ce module.

La boîte de dialogue est présentée ci-dessous. Seules les couches vectorielles (.shp) de type « ligne » peuvent être choisies comme « Couche de profils à trier ».

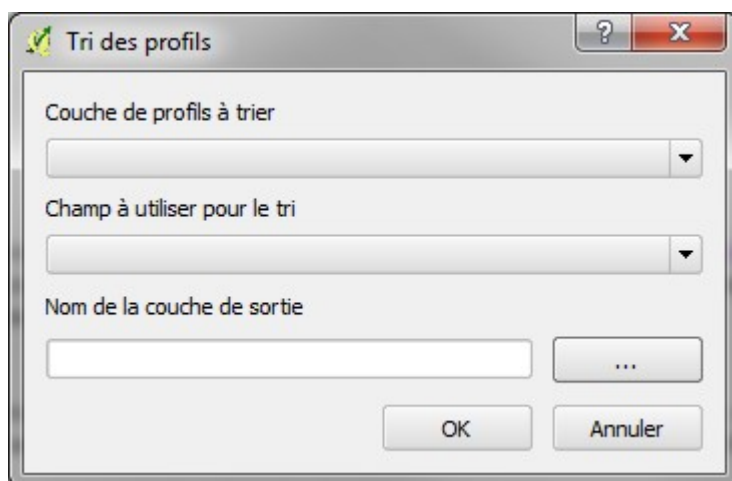


Fig. 15 : Module « Tri des profils »

Le tri est effectué selon un champ de la table attributaire (« Champ à utiliser pour le tri »). Aucune limitation n'est en place sur le type de ce champ, mais dans le cas général il est préférable de réaliser un tri sur de la donnée numérique (entier ou flottant). En effet, si le champ est une chaîne de caractères, "200", "3", "10" est réorganisé en "10", "200", "3".

	id	Cote
0	7	6.200
1	6	6.000
2	5	5.800
3	4	5.600
4	3	5.400
5	2	5.200
6	1	5.000

➡

	id	Cote
0	1	5.000
1	2	5.200
2	3	5.400
3	4	5.600
4	5	5.800
5	6	6.000
6	7	6.200

Fig. 16 : Exemple de tri réalisé par le module « Tri de profils » sur le champ « id »

Remarque : ce module peut parfaitement être utilisé pour des usages sans rapport avec le plugin CartoZI.

b) Interpolation de profils

Cette étape permet de générer un modèle de surface libre en eau (MNSLE, format raster) en interpolant des côtes entre les profils d'une même couche (« Couche de profils à interpoler »). L'interpolation est de type bilinéaire (en plan et en altitude). **Les profils doivent être triés, d'amont en aval ou l'inverse.** Si la couche ne vérifie pas ce critère, l'utilisateur pourra utiliser le module « Trier des profils selon un champ ».

Attention : cette méthode d'interpolation fonctionne dans les systèmes de coordonnées projetées, mais donnera des résultats incohérents pour des systèmes géodésiques par ellipsoïde (WGS84 entre autres).

L'interpolation est réalisée sur un champ (« Champ à utiliser pour l'interpolation »). Seuls les champs numériques (entiers ou flottants) sont disponibles, ce qui peut potentiellement conduire à une liste vide (proposée dans le champ « couche de profils à interpoler ») si aucun des champs de la couche de profils ne remplit ce critère. Ces deux paramètres sont obligatoires pour que le module lance les calculs. L'utilisateur a en plus la possibilité de forcer l'interpolation à s'effectuer en valeurs entières. Cela nécessite que la donnée d'entrée soit compatible, par exemple en travaillant en centimètres. L'intérêt est qu'un raster en valeurs entières est beaucoup plus léger qu'un raster à valeurs réelles, et que les calculs s'effectueront plus rapidement en n'utilisant que des rasters à valeurs entières.

Il est également possible de contraindre l'interpolation avec les paramètres suivants :

- Si la couche contient plusieurs biefs, l'utilisateur pourra spécifier le champ (préexistant) dans lequel l'identifiant du bief figure (« Champ avec les numéros de biefs »). Le champ peut être de type numérique ou bien une chaîne de caractère. Le module va alors générer pour chaque bief une interpolation puis assembler les différents rasters produits en un unique raster. Attention dans ce cas à bien gérer les recouvrements entre biefs.
- Si on veut limiter l'étendue de l'interpolation, il est possible de spécifier un masque (« Couche de polygones de masquage »), pouvant contenir 1 ou plusieurs polygones. L'interpolation n'est dans ce cas effectuée que sur l'emprise des polygones.
- On peut également contraindre l'application d'un masque par bief, en choisissant un champ de la couche de masquage contenant les numéros de biefs (« Champ avec les numéros de biefs pour le masque »). Ce champ n'est pris en compte que lorsque l'utilisateur a renseigné un champ de bief pour les profils.

Le module propose à l'utilisateur de générer des lignes isocotes. Seul l'espacement entre deux isocotes est demandé ; celui-ci doit être cohérent avec les cotes à interpoler (par exemple, si le champ est en centimètres et que l'utilisateur veut 1 ligne tous les 50 cm, l'espacement doit être égal à 50 ; si le champ est en mètres, l'espacement doit être égal à 0.5).

La couche de LIC produite dépend des éventuels biefs et/ou masque(s) utilisés. Elles sont, dans tous les cas, éditées en fonction du raster final.

Par défaut, la résolution spatiale proposée est de 2m*2m, ce qui permet d'obtenir une précision très satisfaisante au regard de l'usage que l'on pourra faire des couches produites. D'une manière générale, l'utilisateur devra veiller à ce que la résolution ne soit pas plus fine que celle de son MNT, ce qui ne présenterait pas d'intérêt et alourdirait simplement les couches produites. De plus, si les algorithmes s'exécutent trop lentement, il peut être utile d'augmenter la résolution spatiale.

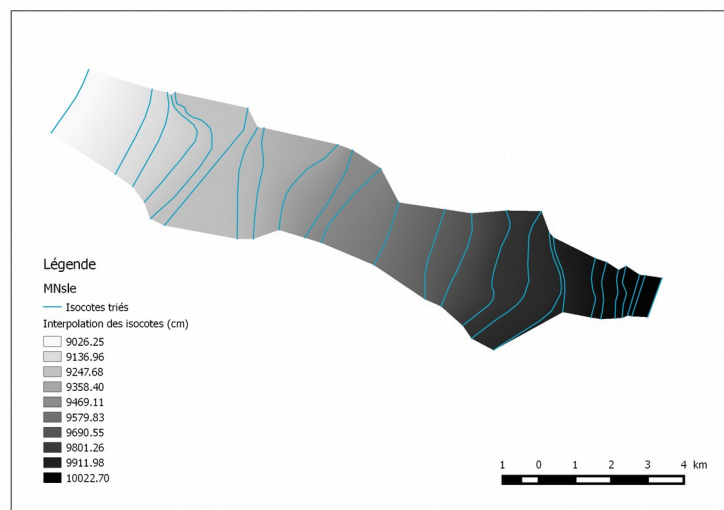


Fig. 17 : Exemple de raster Interpolation d'isocôtes

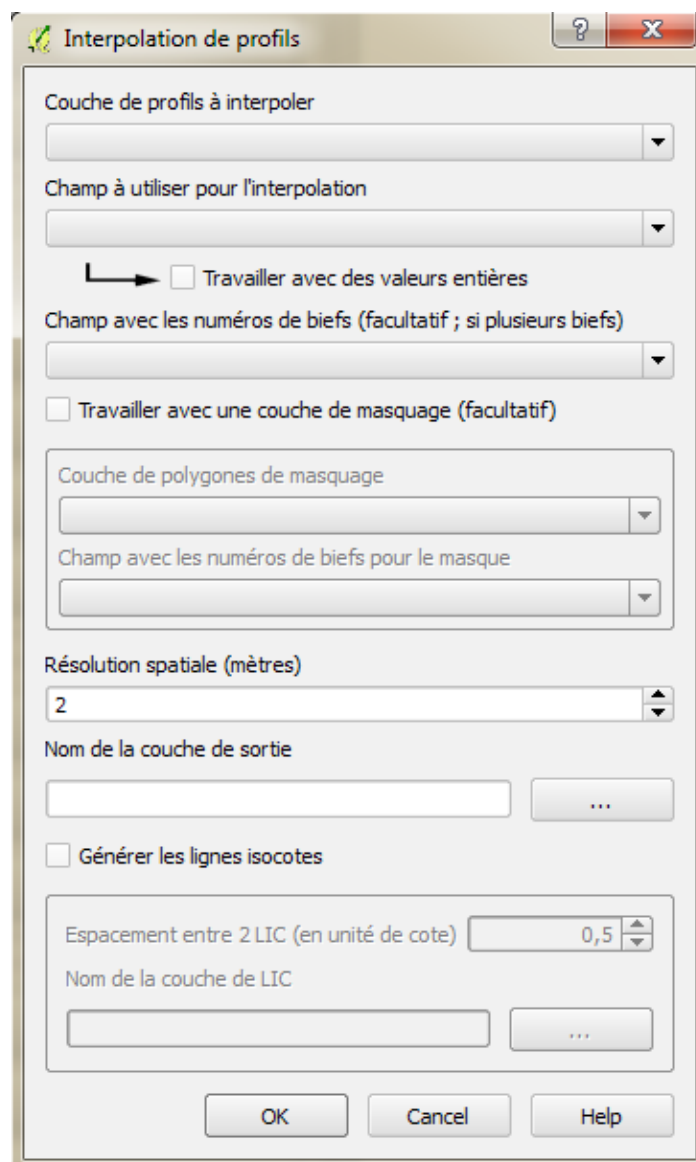


Fig. 18. : Module « Interpolation de profils »

La couche produite (.TIFF) pourra être directement utilisée dans le module « Calculer les hauteurs brutes », ou bien dans le module « Assemblage » si le module a généré plusieurs MNSLE (plusieurs MNSLE à partir de profils, de nœuds ou bien de casiers).

c) Génération des casiers

Ce module permet de convertir une couche de polygones (« Couche de casiers ») en un raster, en utilisant un champ de la table attributaire pour l'altitude (« Champ à utiliser pour la cote de l'eau »). **C'est le type de champ qui détermine le format du raster produit : un champ flottant (même avec des valeurs comme 11.0, 7.0, etc) ne permettra pas d'obtenir un raster à valeurs entières.** D'une manière générale, l'utilisation d'un champ entier (en travaillant par exemple en millimètres) permet de générer des couches plus légères et d'effectuer les calculs suivants plus rapidement (une valeur entière dans un champ flottant ne permettra pas d'obtenir un raster à valeurs entières).

Par défaut, la résolution spatiale proposée de 2m*2m, qui permet d'obtenir une précision très satisfaisante au regard de l'usage que l'on pourra faire des couches produites. D'une manière générale, l'utilisateur devra

veiller à ce que la résolution ne soit pas plus fine que celle de son MNT, ce qui ne présenterait par d'intérêt et alourdirait simplement les couches produites. De plus, si les algorithmes s'exécutent trop lentement, il peut être utile d'augmenter la résolution spatiale.

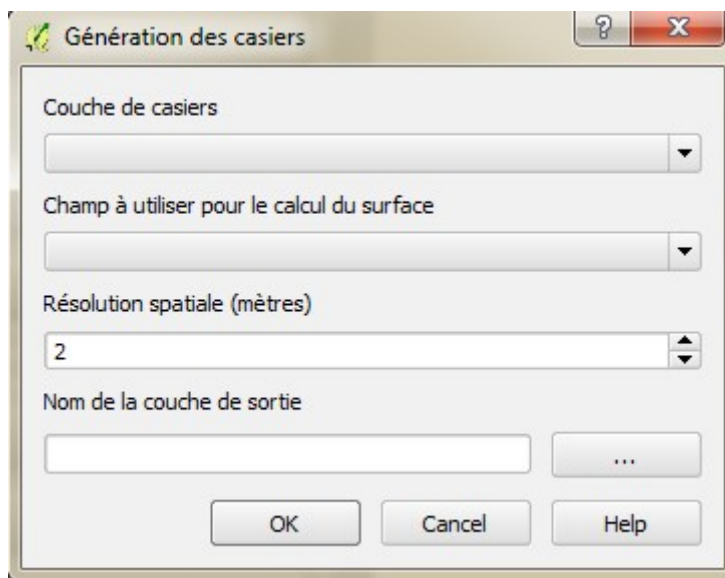


Fig. 19 : Module « Génération de casiers »

La couche produite pourra être directement utilisée dans le module « Calculer les hauteurs brutes », ou bien dans le module « Assemblage » si le module a généré plusieurs MNSLE (plusieurs MNSLE à partir de casiers, de nœuds ou bien de profils).

d) Triangulation de nœuds

Ce module permet de convertir une couche de points (« Couche de points à trianguler ») en un raster en effectuant une triangulation et en utilisant un champ de la table attributaire pour l'altitude (« Champ à utiliser pour l'interpolation »). Le module limite le choix aux champs de type numérique (entier ou flottant). D'une manière générale, l'utilisation d'un champ entier (en travaillant par exemple en millimètres) permet de générer des couches plus légères et d'effectuer les calculs suivants plus rapidement.

Si on veut limiter l'étendue de l'interpolation, il est possible de spécifier un masque (« Couche de polygones de masquage »), pouvant contenir un ou plusieurs polygones. L'interpolation n'est dans ce cas effectuée que sur l'emprise des polygones.

D'une manière générale, il est fortement déconseillé d'effectuer une seule triangulation avec une couche de nœuds concernant plusieurs secteurs. Dans ce contexte, l'utilisateur devra générer plusieurs triangulations (1 par secteur).

Par défaut, la résolution spatiale proposée de 2m*2m, qui permet d'obtenir une précision très satisfaisante au regard de l'usage que l'on pourra des couches produites. D'une manière générale, l'utilisateur devra veiller à ce que la résolution ne soit pas plus fine que celle de son MNT, ce qui ne présenterait par d'intérêt et alourdirait simplement les couches produites. De plus si les algorithmes s'exécutent trop lentement, il peut être utile d'augmenter la résolution spatiale.

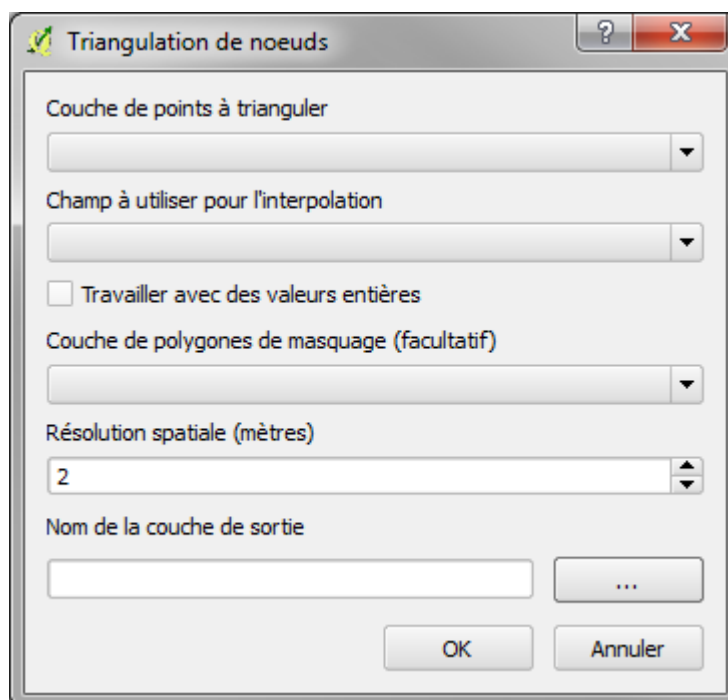


Fig. 20 : Module « Triangulation de nœuds »

La couche produite pourra être directement utilisée dans le module « Calculer les hauteurs brutes », ou bien dans le module « Assemblage » s'il a généré plusieurs MNSLE (plusieurs MNSLE à partir de nœuds, de casiers ou bien de profils).

e)Assemblage

Ce module permet de réaliser un assemblage ordonné de plusieurs couches rasters, produites notamment par les modules « Interpolation de profils » ou « Génération des casiers ».

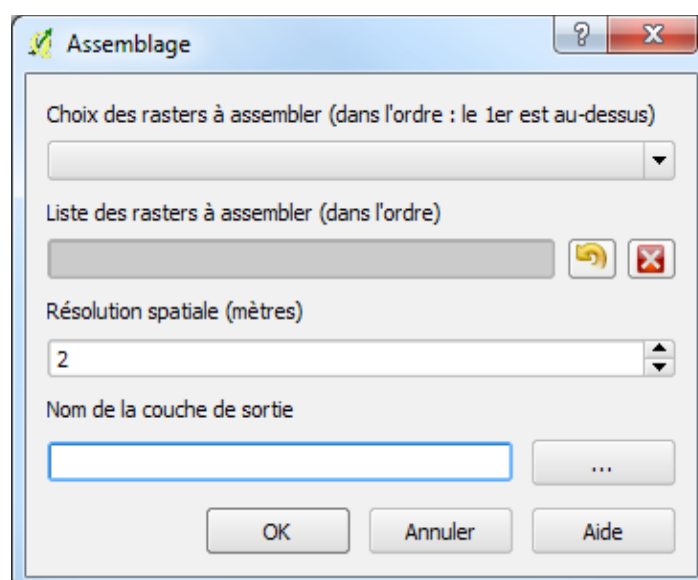


Fig. 21 : Module « Assemblage »

L'ordre des couches à assembler a son importance dans le cas d'un chevauchement des couches : le module prend la 1ère couche intégralement ; puis il regarde les pixels sans donnée, et y intègre les valeurs de la 2ème couche ; puis il regarde à nouveau les pixels qui n'ont toujours pas de données, et y intègre les valeurs de la 3ème couche ; etc. Ainsi, l'utilisateur doit choisir dans la liste déroulante (Choix des raster à assembler (dans l'ordre : le 1er est au-dessus)) les rasters qu'il souhaite assembler les uns après les autres. La liste des rasters à assembler (dans l'ordre) est mise à jour au fur et à mesure de la sélection des rasters. On notera que si les couches ne se chevauchent pas, l'ordre n'a aucune importance, car pour 1 pixel final il n'y a qu'une seule valeur possible.

La figure suivante présente un exemple d'assemblage à partir de 3 rasters qui se superposent partiellement. Le raster 1 est « au-dessus » du raster 2, lui-même « au-dessus » du raster 3.

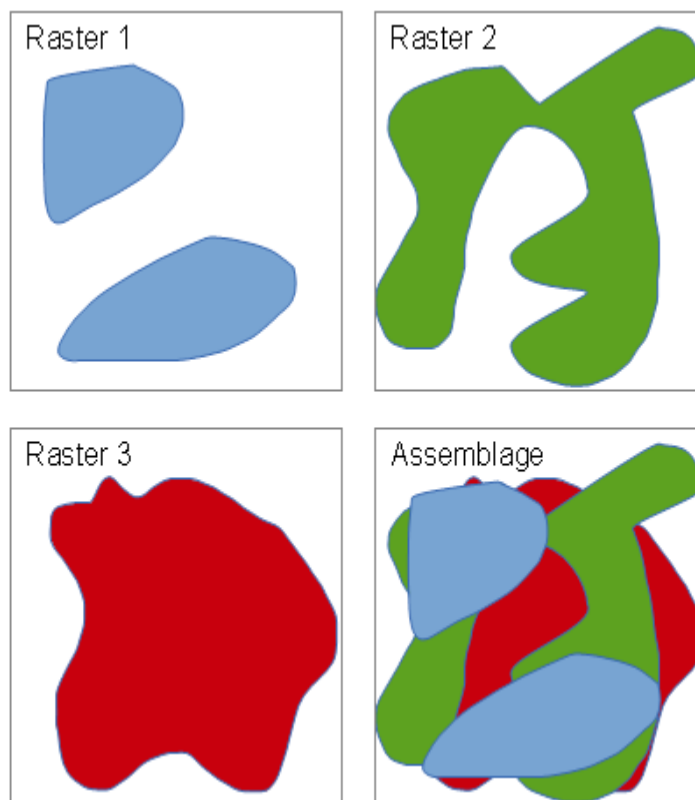


Fig. 22 : Exemple d'assemblage

Ainsi, si l'utilisateur veut assembler les raster1 et raster2, il va choisir d'abord raster1 dans la liste déroulante. La liste des rasters devient alors "raster1". Puis l'utilisateur choisit dans la liste déroulante raster2. La liste des rasters devient alors "raster1,raster2", comme sur l'illustration ci-dessous.

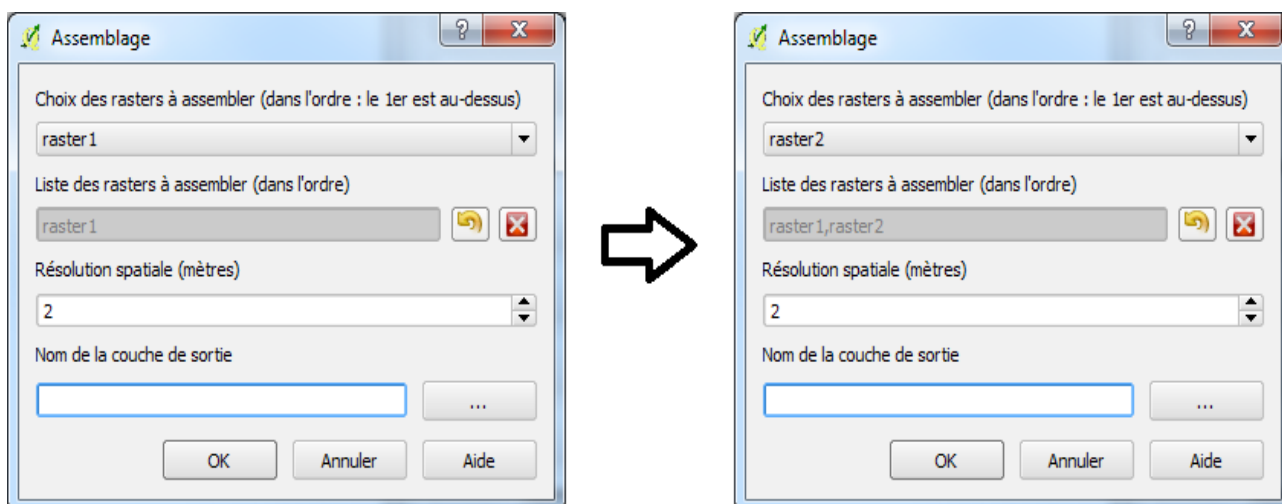


Fig. 23 : Assemblage de plusieurs raster

Il est possible d'annuler la saisie, soit en supprimant le dernier raster ajouté avec l'icône , soit en supprimant toute la saisie avec l'icône .

Par défaut, la résolution spatiale proposée de 2m*2m, qui permet d'obtenir une précision très satisfaisante au regard de l'usage que l'on pourra des couches produites. Une cohérence avec les résolutions des couches à assembler est également préférable (si les couches sont à une résolution de 10m*10m, alors il est inutile d'utiliser une résolution de 2m*2m). D'une manière générale, l'utilisateur devra veiller à ce que la résolution ne soit pas plus fine que celle de son MNT, ce qui ne présenterait pas d'intérêt et alourdirait simplement les couches produites.

La couche produite pourra être utilisée dans le module « Calculer les hauteurs brutes ».

Remarque : Ce module peut parfaitement être utilisé pour des usages sans rapport avec le plugin CartoZI, pour assembler plusieurs rasters.

2.3.Calcul des classes de hauteurs d'eau

Les trois modules de cette section permettent de déterminer les hauteurs d'eau et de les classer. Entre ses deux actions, le module « Déterminer les zones connectées » permet de supprimer si besoin les « mares » (zones inondées non connectées à la nappe d'inondation jouxtant le lit mineur).

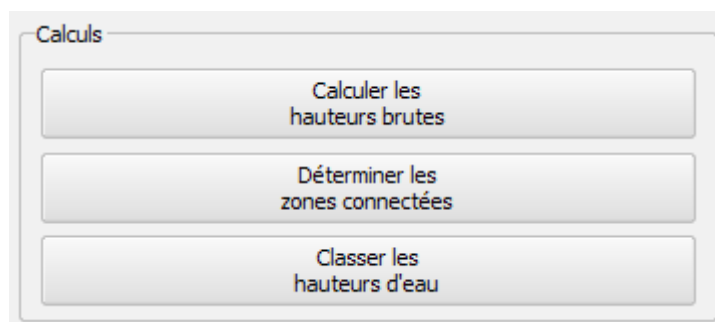


Fig. 24. : Section « Calculs »

a) Calculer les hauteurs brutes

Ce module réalise une simple **soustraction** entre un modèle numérique de surface libre en eau (MNSLE), précédemment créé (issu des modules « Interpolation de profils », « Génération des casiers » ou bien « Assemblage ») et un modèle numérique de terrain (MNT).

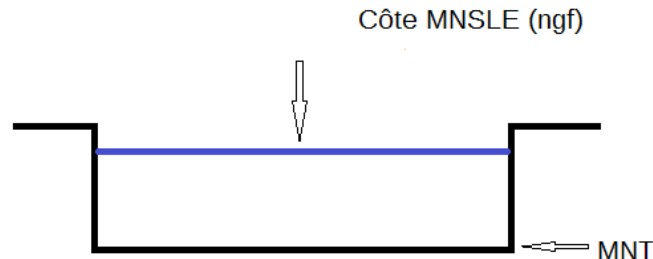


Fig. 25 : Soustraction des modèles numériques

Il indiquera les hauteurs de submersion par rapport au terrain naturel. Il n'y a pas de limitation sur le type des rasters. L'utilisateur devra veiller à ce qu'ils soient dans la même unité (en mètres, en millimètres, etc). La résolution spatiale proposée par défaut est de 2m*2m, mais l'utilisateur pourra l'adapter en fonction des résolutions respectives du MNSLE et du MNT.

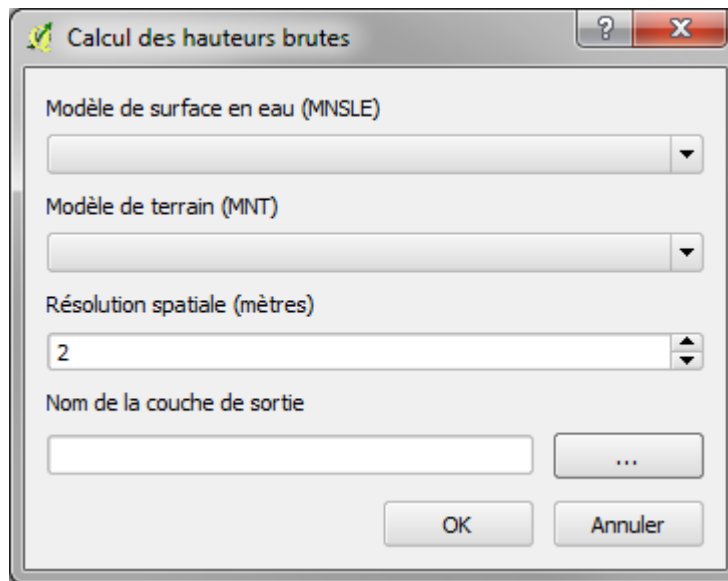


Fig. 26. : Module « Calcul de hauteurs brutes »

La couche produite peut être utilisée dans le module « Déterminer les zones connectées » ou bien directement dans le module « Classer les hauteurs d'eau ».

Remarque : Ce module peut parfaitement être utilisé pour des usages sans rapport avec le plugin CartoZI, pour réaliser une soustraction entre deux rasters.

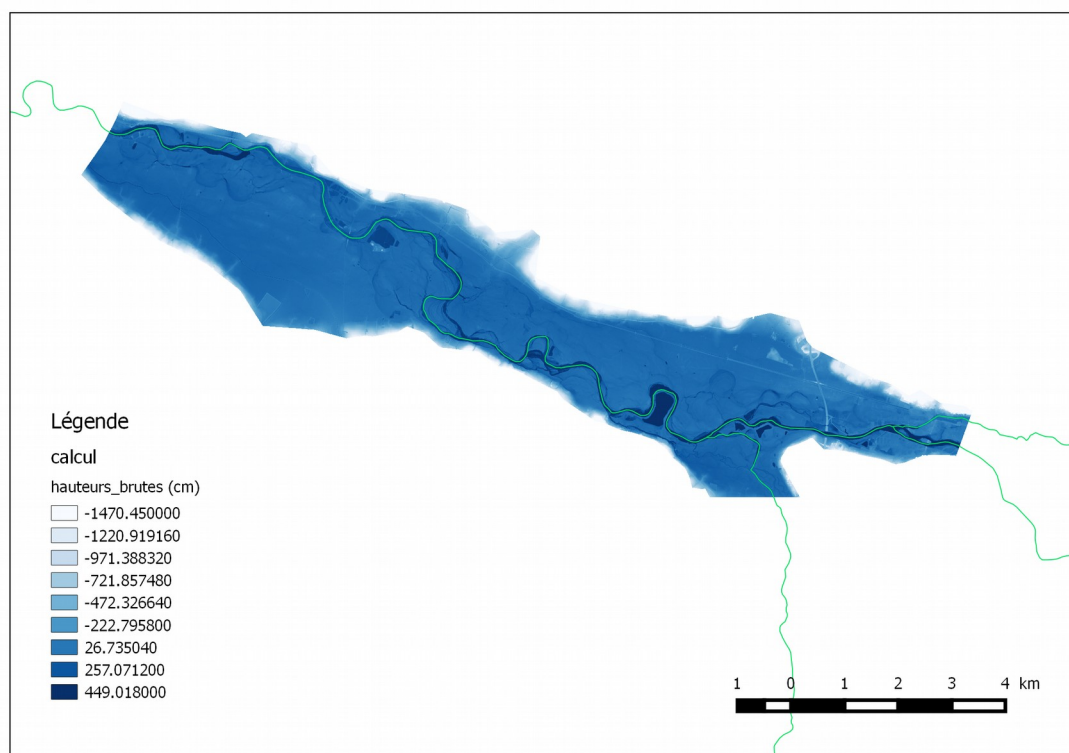


Fig. 27 : Exemple de raster Hauteurs brutes

b) Déterminer les zones connectées

Ce module réalise un traitement spécifique à CartoZI. Il travaille à partir du raster des hauteurs brutes obtenu en sortie du module « Calculer les hauteurs brutes » et d'un **vecteur** pour déterminer les connexions. Cette couche vectorielle peut contenir des points, des lignes ou des polygones. Elle est en général représentative du tracé du cours d'eau.

Le module commence par déterminer les pixels où la hauteur d'eau est positive ($H_{brutes} > 0$), puis convertit la couche obtenue (raster) en polygones. Une intersection est ensuite réalisée entre cette couche de polygones potentiellement submergés et la couche vectorielle d'intersection (par exemple un polygone représentant le lit mineur). Deux catégories sont alors créées :

- les polygones connectés à la couche d'intersection se voient affecter la valeur « Connected »
- les polygones non connectés à la couche d'intersection se voient affecter la valeur « Not connected »

La couche de polygones est ensuite exportée et affichée dans QGIS. L'utilisateur doit alors procéder à une **étape de validation** : il faut vérifier que les polygones non connectés ne sont effectivement que des artefacts (par exemple, interpolation d'une surface derrière une digue insubmersible, dépression du terrain naturel éloignée de la limite d'inondation) et qu'ils ne doivent pas être pris en compte dans les étapes suivantes. À la fin de cette étape, **l'utilisateur aura à supprimer les polygones non connectés de la couche** (le plus simple étant de réaliser une sélection par expression puis de supprimer les entités sélectionnées).

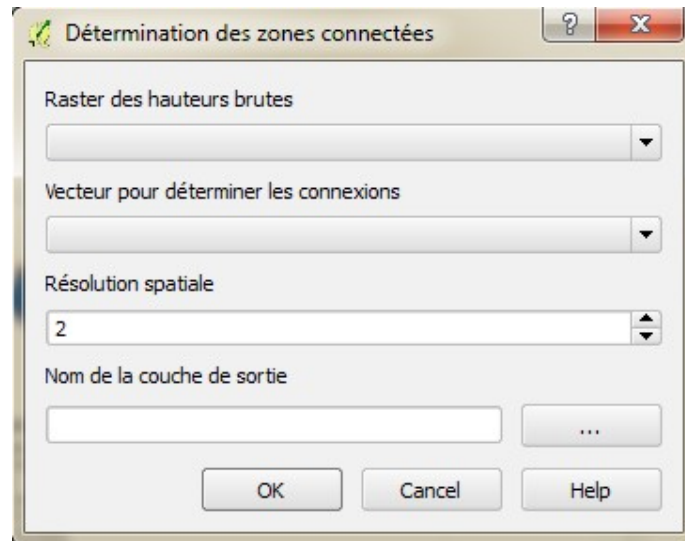


Fig. 28. : Module « Détermination des zones connectées »

La couche finale a vocation de servir de **masque** dans le module « Classer les hauteurs d'eau ». Les polygones non connectés pourront toutefois être sauvegardés dans une nouvelle couche avant d'être supprimés, et pourront servir de zones d'incertitudes dans les secteurs où on n'est pas sûr que l'absence de connexion directe induise l'absence d'inondation (buse sous digue ; infiltration ; incertitudes sur la donnée hydraulique et/ou topographique).

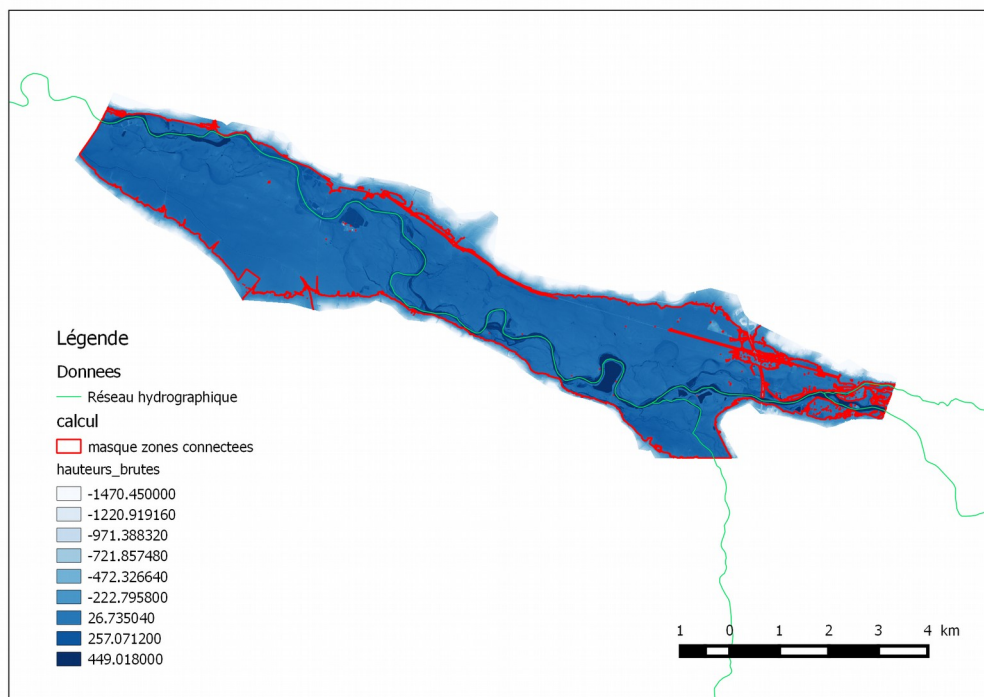


Fig. 29 : Exemple d'un polygone de masque définissant les zones connectées

c) Classer les hauteurs d'eau

Ce module utilise le raster de hauteur d'eau, issu du module « Calculer les hauteurs brutes ». L'utilisateur renseigne ensuite une liste de valeurs numériques, qui serviront de seuils de hauteurs pour les classes.

La première valeur seuil constitue la valeur basse de la 1ère classe, et sert à éliminer toutes les hauteurs inférieures (il s'agira donc en général de la valeur 0) ; la dernière valeur constitue la valeur basse de la dernière classe, qui contient toutes les valeurs supérieures.

Les seuils par défaut sont 0,50,100,150,200, pour une utilisation en centimètre. Il est à noter que si l'utilisateur travaille en millimètres, il devra adapter ses seuils en conséquence (ici, les seuils deviendraient 0,500,1000,1500,2000).

Le raster de sortie est à valeurs entières, de 1 jusqu'au nombre de seuils de hauteur définis par l'utilisateur. La correspondance entre les valeurs du raster et les hauteurs d'eau est alors la suivante (pour l'utilisation des seuils par défaut) :

Classe (valeur du raster)	Hauteurs d'eau
1	entre 0 et 0,5 m
2	entre 0,5 et 1 m
3	entre 1 et 1,5 m
4	entre 1,5 et 2 m
5	supérieures à 2 m

Il est possible de limiter la classification à l'emprise d'une couche de polygones de masquage (par exemple créée en utilisant le module « Déterminer les zones connectées »). Dans ce cas, les hauteurs en dehors de la couche de masquage ne sont pas prises en compte et **apparaissent sans donnée**.

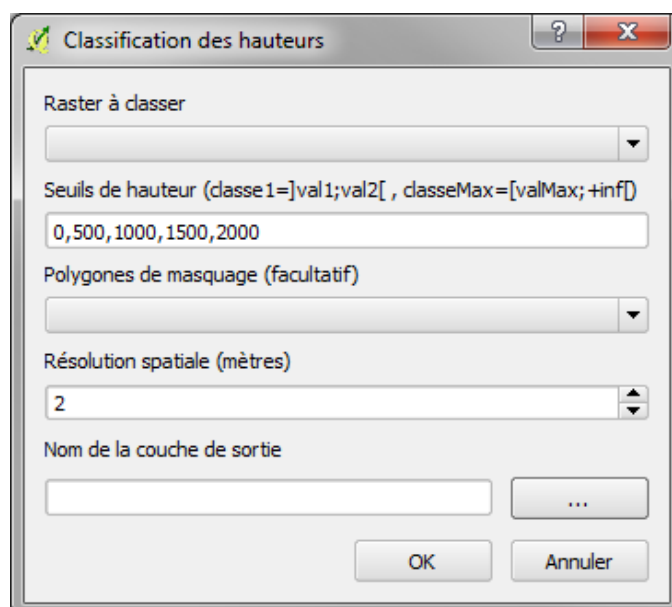


Fig. 30. : Module « Classification des hauteurs »

Le raster produit pourra être ensuite lissé :

- de manière matricielle par le module « Lissage raster »
- de manière vectorielle par le module « Lissage vecteur »

ou bien directement exporté sous format vecteur sans lissage (module « Extraire les polygones d'un raster sans lissage » ; attention à la taille des fichiers produits dans ce cas).

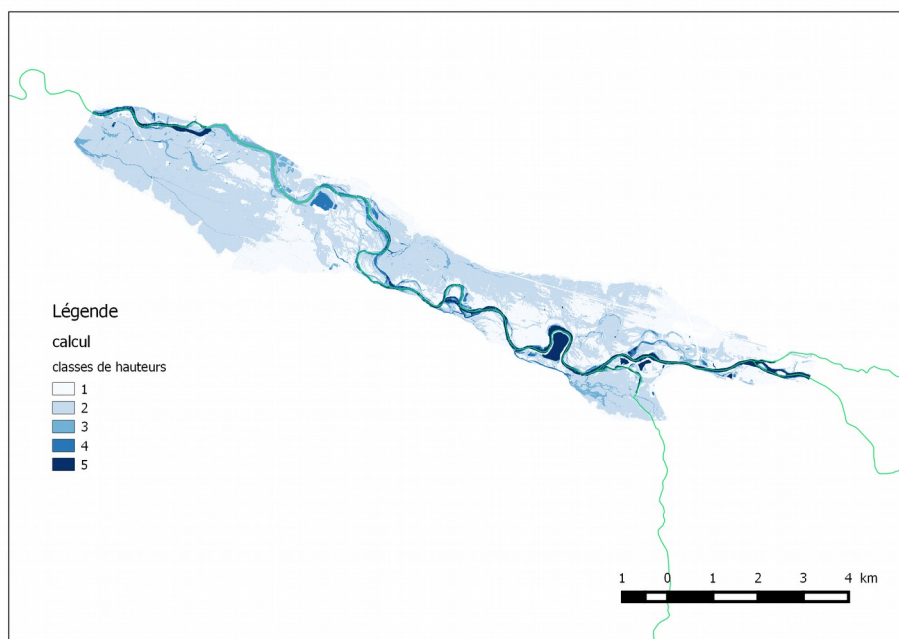


Fig. 31 : Exemple de raster Classes de hauteurs d'eau

2.4.Lissage de la donnée

Les deux modules de lissage permettent au besoin une simplification de la donnée produite. En effet, avec l'utilisation de donnée topographique précise - donc bruitée - le calcul des hauteurs brutes entraîne une pixellisation importante du raster, non significative dans le cadre de la représentation de l'aléa inondation. Cela permet à la fois d'**alléger les couches produites** (en particulier, les couches vectorielles qui seront manipulables plus facilement) et de supprimer une fausse idée de précision qui peut être donnée avec une donnée bruitée.

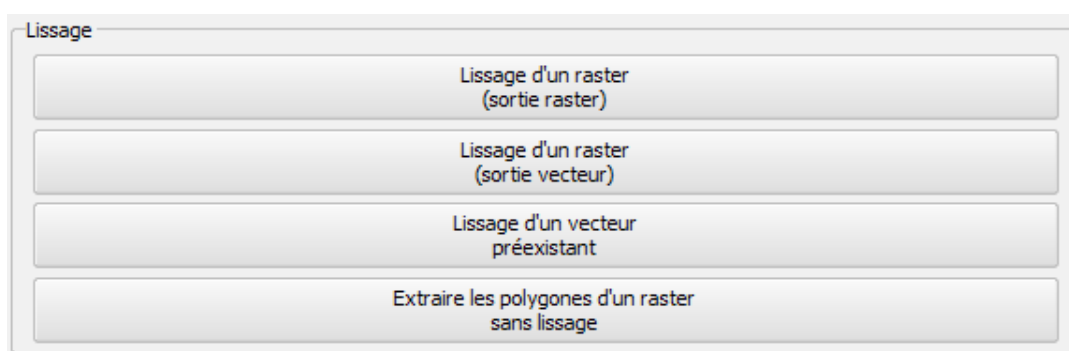


Fig. 32 : Section « Lissage »

a)Lissage raster (sortie raster)

Ce module permet de réaliser un lissage d'un raster (Raster à lisser). Le principe de ce lissage est d'utiliser un voisinage de pixels pour affecter les valeurs. Ce voisinage et la pondération utilisée sur celui-ci sont définis par un filtre.

Seuls les rasters à valeurs entières peuvent être utilisés dans ce module, en particulier ceux produits par le module « Classer les hauteurs d'eau ».

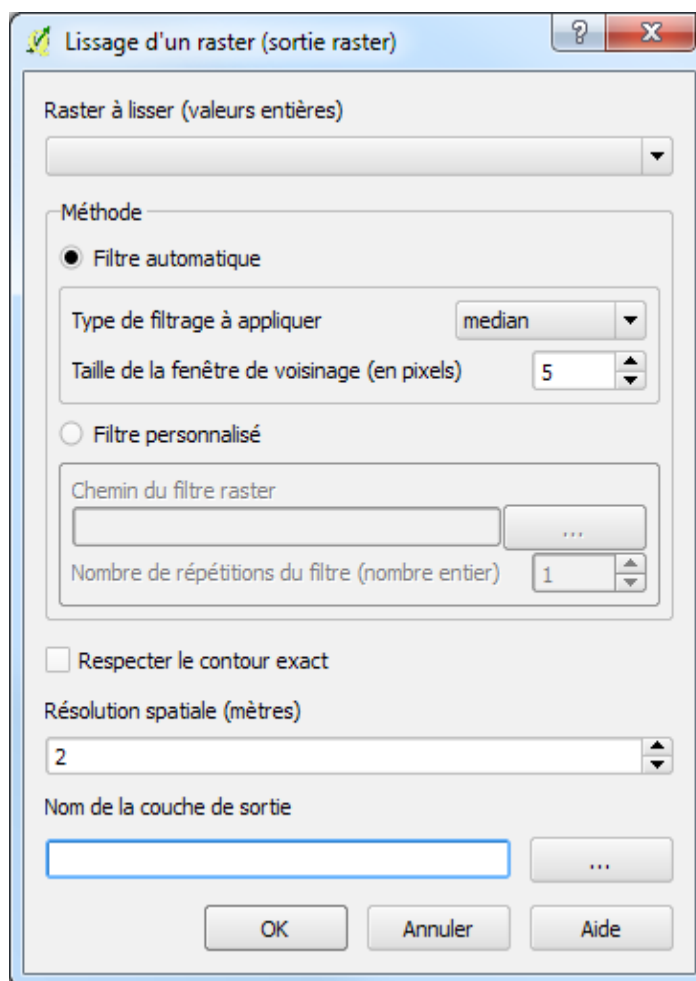


Fig. 33 : Module « Lissage d'un raster »

Deux possibilités sont proposées par le module :

- utiliser l'un 4 filtres automatiques (médian, moyenne, minimum, maximum) : chacun de ces filtres réalise l'opération mathématique induite par leur nom ; par exemple, le filtre médian affecte comme valeur à un pixel la valeur médiane des pixels situés dans son voisinage. Ce voisinage est défini par la taille de la fenêtre (une taille 5 correspondant à un carré de 25 pixels dont le pixel central est celui qui sera modifié). On notera que pour un filtre moyenne, le résultat est arrondi à la valeur entière la plus proche.
- créer son propre filtre personnalisé : le filtre doit alors respecter le format du module GRASS [r.mfilter](#). D'une manière générale, le filtre doit forcément être de dimension impaire. Un exemple de filtre de dimension 5 est présenté ci-dessous. Pour chaque passage du filtre (possibilité d'effectuer plusieurs passages successifs en modifiant le nombre de répétition du filtre), le module réalise pour chaque pixel une moyenne pondérée des pixels voisins, et affecte la nouvelle valeur au pixel central. Dans l'exemple du filtre ci-dessous, la valeur initiale d'un pixel ne compte que pour 8,5% ($7/83=8,5$) dans la nouvelle valeur qui lui sera attribuée.

```
MATRIX 5
1 2 3 2 1
2 5 6 5 2
3 6 7 6 3
2 5 6 5 2
1 2 3 2 1
DIVISOR 83
P
```

Le paramètre *DIVISOR* peut être renseigné égal à 0 : dans ce cas, le diviseur est recalculé automatiquement pour chaque pixel en fonction des pondérations des pixels voisins non vides uniquement.

Un tel lissage génère des effets de bords. En effet, si un pixel n'a initialement pas de valeur, il peut néanmoins s'en voir affecter une après le lissage, et inversement un pixel avec de la valeur initialement peut en être dépourvu si les pixels voisins n'en ont pas. Ce phénomène peut être à l'origine d'une disparition d'une digue avec de l'eau de part et d'autre, ou à l'inverse d'un chenal d'écoulement. Toutefois, il est à noter que seules les structures fines au regard de la taille du filtre seront concernées (une digue de 50 m de large ne sera pas mise « en eau » avec un filtre travaillant sur une largeur de 10 m). En tout état de cause, l'utilisateur pourra choisir d'activer l'option Respecter le contour exact, qui va réaliser le lissage mais n'affecter des valeurs que là où il y en avait déjà dans le raster initial.

Par défaut, la résolution spatiale proposée de 2m*2m. Un point essentiel à avoir en tête est que le filtre fonctionne sur des pixels. Par conséquent, l'impact d'un même filtre ne sera pas le même entre deux résolutions différentes. L'utilisateur devra donc éventuellement réaliser plusieurs tests afin d'obtenir un résultat satisfaisant.

La couche produite pourra être ensuite lissée de manière vectorielle par le module « Lissage d'un raster (sortie vecteur) » ou bien directement exportée sans lissage (module « Exporter les polygones sans lissage vecteur »).

Remarque : Ce module peut être utilisé pour des usages sans rapport avec le plugin CartoZI, par exemple pour atténuer le bruit d'un raster.

Remarque : Dans « chemin du filtre raster », indiquez un fichier .txt contenant le filtre ci-dessus.

b) Lissage raster (sortie vecteur)

Ce module permet de réaliser un lissage d'un raster (Raster à lisser). Seuls les rasters à valeurs entières peuvent être utilisés dans ce module, en particulier ceux produits par le module « Lissage raster ». Il est aussi possible d'utiliser un raster produit par le module « Classer les hauteurs d'eau », mais le temps de calcul sera plus important en raison du bruit et du grand nombre de polygones. Le temps de calcul peut varier sensiblement en fonction du nombre de classes, du bruit du raster à lisser. Dans tous les cas, il sera toujours plus important que n'importe laquelle des autres étapes. Même si QGIS semble « planter », les calculs s'effectuent correctement, et il faudra simplement faire preuve de patience!

La couche produite constitue la finalité visée par CartoZI : une couche vectorielle de classes de hauteurs d'eau, légère et donc facilement utilisable en local ou via les flux de données de Vignond.

Le lissage est présent sous 2 formes dans le module :

- la suppression des petits polygones que l'on juge non représentatifs : en fonction de l'échelle d'utilisation souhaitée, conserver des polygones inférieurs à une certaine surface n'est pas utile (par

exemple, à une échelle 1/25000, une surface de 500 m² correspond à une surface de 1 mm² sur le rendu papier). Ce processus de lissage est toujours réalisé au cours du traitement.

- la modification de la géométrie : l'inconvénient de travailler à partir d'un raster est que la couche résultante est « anguleuse » ; en plus de ne pas être agréable pour la visualisation, cela augmente la taille des fichiers. Ce processus - facultatif - permet de modifier les contours pour atténuer ces effets et alléger la couche.

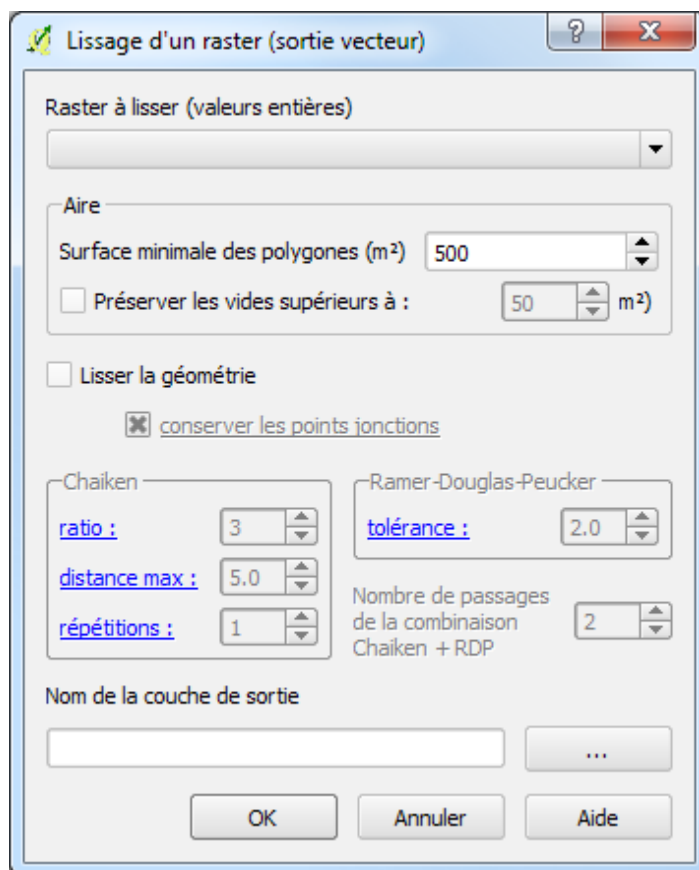


Fig. 34 : Module « Lissage d'un raster »

Le module utilise pleinement la symbiose QGIS <> GRASS ; il est conçu en 5 étapes, parmi lesquelles les 4 dernières sont communes avec le module « Reprise d'un vecteur existant » :

1. Le raster est convertit en vecteur à partir de GRASS
2. La liste des classes présentes dans le vecteur généré est établie puis triée
3. Pour chaque valeur de la liste précédente, un test est réalisé sur chaque polygone présent dans la couche : tous les polygones dont la classe est supérieure ou égale à la valeur considérée sont sélectionnés puis agglomérés dans une nouvelle couche. Par exemple, si les valeurs présentes dans la couche sont 1, 3, 4, 6, la couche "3" correspond à l'agrégation des polygones dont la classe est 3, 4 ou 6.
4. Chacune de ces couches vectorielles est chargée dans QGIS, puis simplifiée selon les paramètres renseignés (suppression des petits polygones et éventuellement modification géométrique, avec ou sans utilisation de points durs).
5. Les couches simplifiées sont réinjectées dans GRASS pour être fusionnées.

Suppression des petits polygones

L'idée générale est de supprimer les polygones que l'on peut juger comme non représentatifs. Un critère simple est la surface de ces polygones (Surface minimale des polygones) : les polygones d'une superficie inférieure à cette valeur sont supprimés de la couche. Dans le module, cela implique que :

- si on est sur la 1ère couche (classe ≥ 1), alors la zone sera définitivement supprimée ;
- si on est sur les couches suivantes, alors la zone sera supprimée de la couche mais apparaîtra avec une valeur (inférieure) lors de la fusion finale.

Le test sur la surface est réalisé sur un polygone, mais aussi sur ses « îles ». Ceci implique que, si une île est de taille inférieure au seuil, elle sera supprimée et la zone apparaîtra « en eau ». Par défaut, le seuil pour les îles est égal au seuil pour les polygones. Si ce phénomène est jugé préjudiciable, il est possible d'activer l'option « Préserver les vides », qui permet de définir une taille différente pour conserver les îles (Taille minimale pour conserver les vides ; l'utilisateur devra rentrer 0 pour conserver toutes les îles).

Modification de la géométrie

Le lissage géométrique repose sur 2 algorithmes.

1. Un algorithme de Chaiken. Le principe est la modification des segments en créant de nouveaux points sur celui-ci en utilisant un ratio : un ratio de 3 signifie que les nouveaux points sont créés à 1/3 et 2/3 du segment, un ratio de 4 donne les positions 1/4 et 3/4, etc. Lorsque les points sont très éloignés, l'utilisation du seul ratio est insuffisante, car on modifie beaucoup la géométrie. La distance max est un paramètre de contrainte sur le positionnement des nouveaux points : si le nouveau point est trop éloigné, il est automatiquement placé à la distance maximale renseignée.

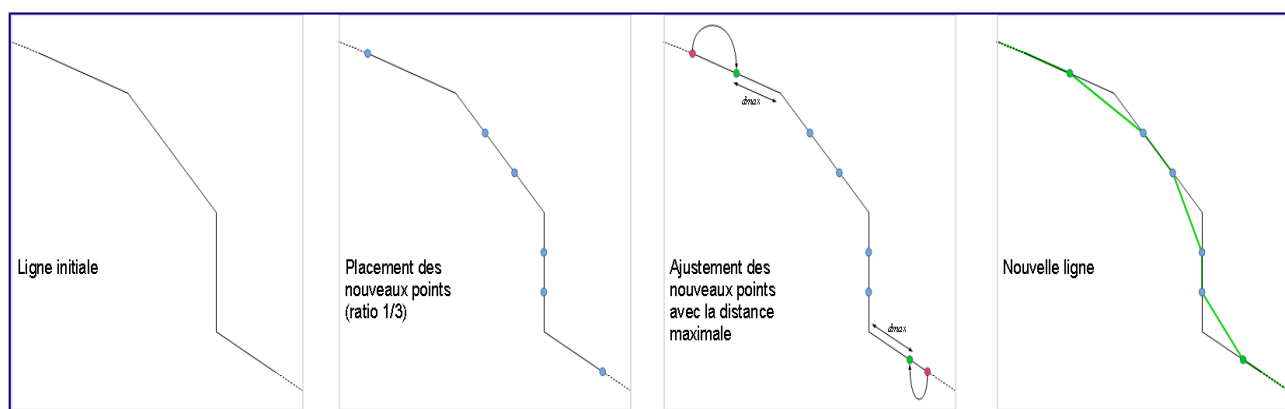


Fig. 35 : Illustration du résultat de l'algorithme de Chaiken

Il est possible de réaliser plusieurs fois de suite cet algorithme avec le paramètre répétitions, afin d'arrondir de plus en plus les contours.

2. Un algorithme de Ramer-Douglas-Peucker. Le principe est de partir d'une ligne de n nœuds et de supprimer progressivement des nœuds intermédiaires si la distance entre chacun de ces nœuds et la ligne simplifiée est inférieure à la tolérance fixée par l'utilisateur. Par défaut, la tolérance est fixée à 2, en cohérence avec la résolution proposée de $2m \times 2m$ dans les modules précédents.

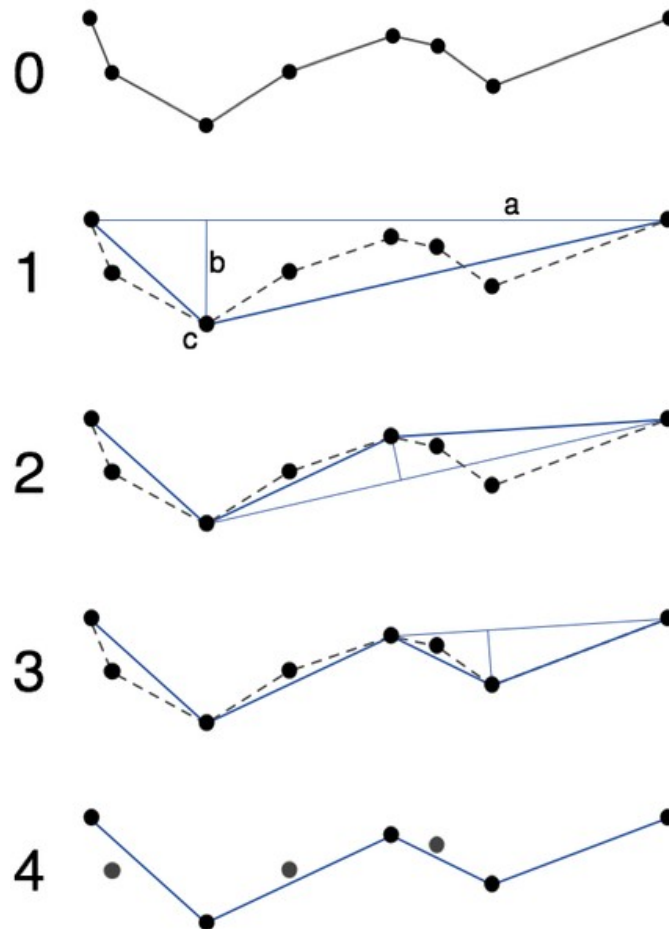


Fig. 36 : *By The original uploader was Leupold at German Wikipedia [CC BY-SA 2.0 de (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/deed.en>)], via Wikimedia Commons*

Il est possible de combiner plusieurs fois le couple "Chaiken - Ramer-Douglas-Peucker", afin d'augmenter le lissage, en utilisant le paramètre nombre de passages de la combinaison Chaiken + RDP.

Utilisation des points jonctions ou « points durs »

Le lissage des polygones avec modification de la géométrie peut engendrer de petites anomalies. En effet, la méthode par concaténation des polygones selon leur valeur fait que les nœuds des contours ne sont pas toujours identiques. Lors du lissage, les segments ne sont donc pas modifiés de manière similaire. Les points jonctions sont les nœuds qui réalisent la jonction entre 3 polygones (ou 2 si l'on est sur une bordure extérieure). En activant l'option, ces points sont toujours conservés pendant le lissage : ainsi, les jointures entre les différents polygones sont meilleures.

Par défaut l'option est toujours activée, mais elle ralentit légèrement le temps d'exécution de l'algorithme.

c) Lissage d'un vecteur préexistant

Ce module permet de réaliser un lissage sur un vecteur existant (Vecteur à lisser), en utilisant un champ contenant les classes. Seuls les champs à valeurs entières peuvent être utilisés dans ce module. Ce champ doit rendre compte de la classification que l'on veut *in fine*, et doit être **trié par ordre croissant** (les plus petites hauteurs avec la plus petite valeur).

Si on utilise un vecteur généré précédemment par CartoZI, le champ existe déjà (value) ; les valeurs sont déjà triées (1 correspond à la classe des plus faibles hauteurs).

On peut également utiliser un champ dont les valeurs ne sont pas 1, 2, 3, ..., et *notamment les couches au format VIGInond*. Une possibilité est alors d'utiliser le champ `haut_max`. Toutefois, si la couche présente différents types de zones, cette solution ne sera pas suffisante, comme l'illustrent les exemples suivants.

Exemple 1

cd_typezon	haut_max
1	500
1	1000
1	1500
1	2000
1	9999999

le champ `haut_max` peut être utilisé directement

Exemple 2

cd_typezon	haut_max	newField
1	500	1
1	1000	2
1	1500	3
1	9999999	4
4	9999999	5

le champ `haut_max` ne peut pas être utilisé directement, car la valeur 9999999 est affectée à 2 classes : il faut créer un nouveau champ (`newField`).

Le module accepte en entrée les couches avec des géométries multiples (type VIGInond) ou non (type CartoZI ou autres études).

Dans son fonctionnement, ce module est proche du « Lissage raster (sortie vecteur) », sauf que les couches intermédiaires sont produites par agglomération des polygones du vecteur à lisser au lieu d'être produite par vectorisation d'un raster.

Le lissage est présent sous 2 formes dans le module :

- la suppression des petits polygones que l'on juge non représentatifs : en fonction de l'échelle d'utilisation souhaitée, conserver des polygones inférieurs à une certaine surface n'est pas utile (par exemple, à une échelle 1/25000, une surface de 500 m² correspond à une surface de 1 mm² sur le rendu papier). Ce processus de lissage est toujours réalisé au cours du traitement.
- la modification de la géométrie : l'inconvénient de travailler à partir d'un raster est que la couche résultante est « anguleuse » ; en plus de ne pas être agréable pour la visualisation, cela augmente la taille des fichiers. Ce processus - facultatif - permet de modifier les contours pour atténuer ces effets et alléger la couche.

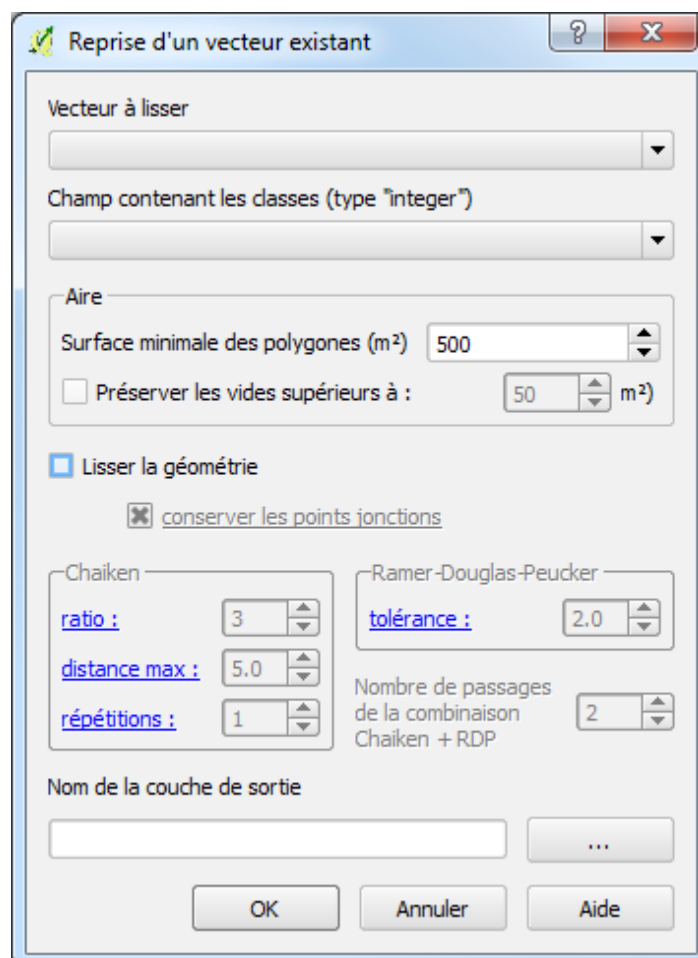


Fig. 37 : Module « Reprise d'un vecteur existant »

Le module utilise pleinement la symbiose QGIS <> GRASS ; il est conçu en 4 étapes :

1. La liste des classes présentes dans le vecteur initiale est établie puis triée
2. Pour chaque valeur de la liste précédente, un test est réalisé sur chaque polygone présent dans la couche : tous les polygones dont la classe est supérieure ou égale à la valeur considérée sont sélectionnés puis agglomérés dans une nouvelle couche. Par exemple, si les valeurs présentes dans la couche sont 1, 3, 4, 6, la couche 3 correspond à l'agrégation des polygones dont la classe est 3, 4 ou 6.
3. Chacune de ces couches vectorielles est chargée dans QGIS, puis simplifiée selon les paramètres renseignés (suppression des petits polygones et éventuellement modification géométrique).
4. Les couches simplifiées sont réinjectées dans GRASS pour être fusionnées.

Suppression des petits polygones

L'idée générale est de supprimer les polygones que l'on peut juger comme non représentatifs. Un critère simple est la surface de ces polygones (Surface minimale des polygones) : les polygones d'une superficie inférieure à cette valeur sont supprimés de la couche. Dans le module, cela implique que :

- si on est sur la 1ère couche (classe ≥ 1), alors la zone sera définitivement supprimée ;
- si on est sur les couches suivantes, alors la zone sera supprimée de la couche mais apparaîtra avec une valeur (inférieure) lors de la fusion finale.

Le test sur la surface est réalisé sur un polygone, mais aussi sur ses « îles ». Ceci implique que, si une île est de taille inférieure au seuil, elle sera supprimée et la zone apparaîtra « en eau ». Par défaut, le seuil pour les îles est égal au seuil pour les polygones. Si ce phénomène est jugé préjudiciable, il est possible d'activer l'option Préserver les vides, qui permet de définir une taille différente pour conserver les îles (Taille minimale pour conserver les vides ; l'utilisateur devra rentrer 0 pour conserver toutes les îles).

Modification de la géométrie

Le lissage géométrique repose sur 2 algorithmes.

1. Un algorithme de Chaiken. Le principe est la modification des segments en créant de nouveaux points sur celui-ci en utilisant un ratio : un ratio de 3 signifie que les nouveaux points sont créés à 1/3 et 2/3 du segment, un ratio de 4 donne les positions 1/4 et 3/4, etc. Lorsque les points sont très éloignés, l'utilisation du seul ratio est insuffisant, car on modifie beaucoup la géométrie. La distance max est un paramètre de contrainte sur le positionnement des nouveaux points : si le nouveau point est trop éloigné, il est automatiquement placé à la distance maximale renseignée.

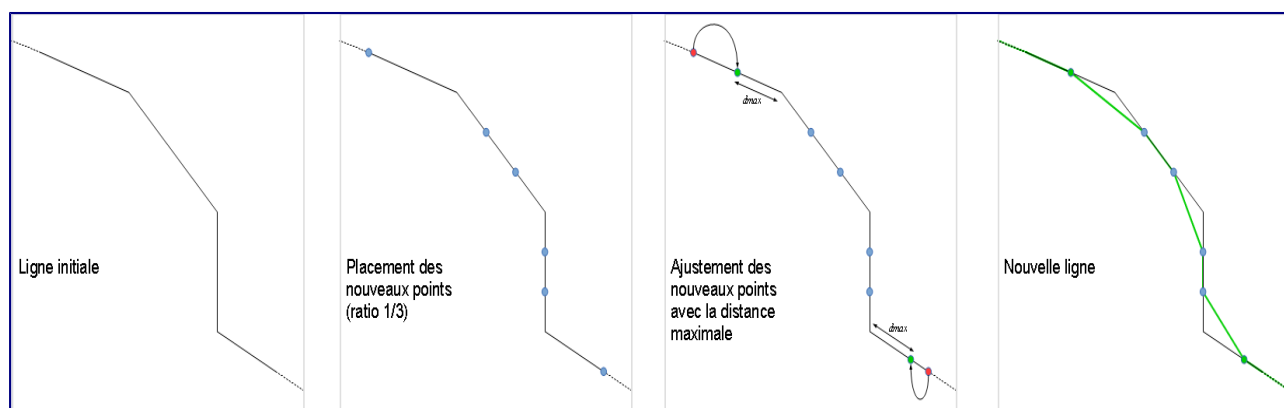


Fig. 38 : Illustration du résultat de l'algorithme de Chaiken

Il est possible de réaliser plusieurs fois de suite cet algorithme avec le paramètre répétitions, afin d'arrondir de plus en plus les contours.

2. Un algorithme de Ramer-Douglas-Peucker. Le principe est de partir d'une ligne de n noeuds et de supprimer progressivement des noeuds intermédiaires si la distance entre chacun de ces noeuds et la ligne simplifiée est inférieure à la tolérance fixée par l'utilisateur. Par défaut, la tolérance est fixée à 2, en cohérence avec la résolution proposée de $2m * 2m$ dans les modules précédents.

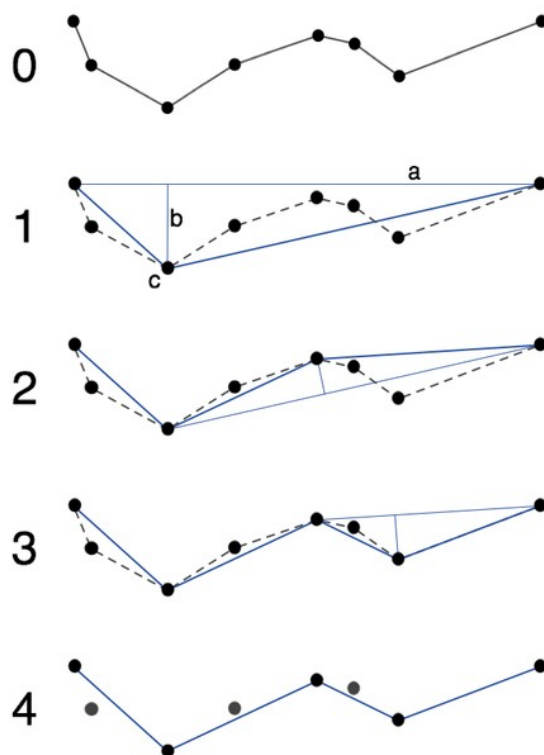


Fig. 39 : *By The original uploader was Leupold at German Wikipedia [CC BY-SA 2.0 de (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/de/deed.en>)], via Wikimedia Commons*

Il est possible de combiner plusieurs fois le couple "Chaiken - Ramer-Douglas-Peucker", afin d'augmenter le lissage, en utilisant le paramètre nombre de passages de la combinaison Chaiken + RDP.

Un exemple de rendu est présenté ci-dessous.

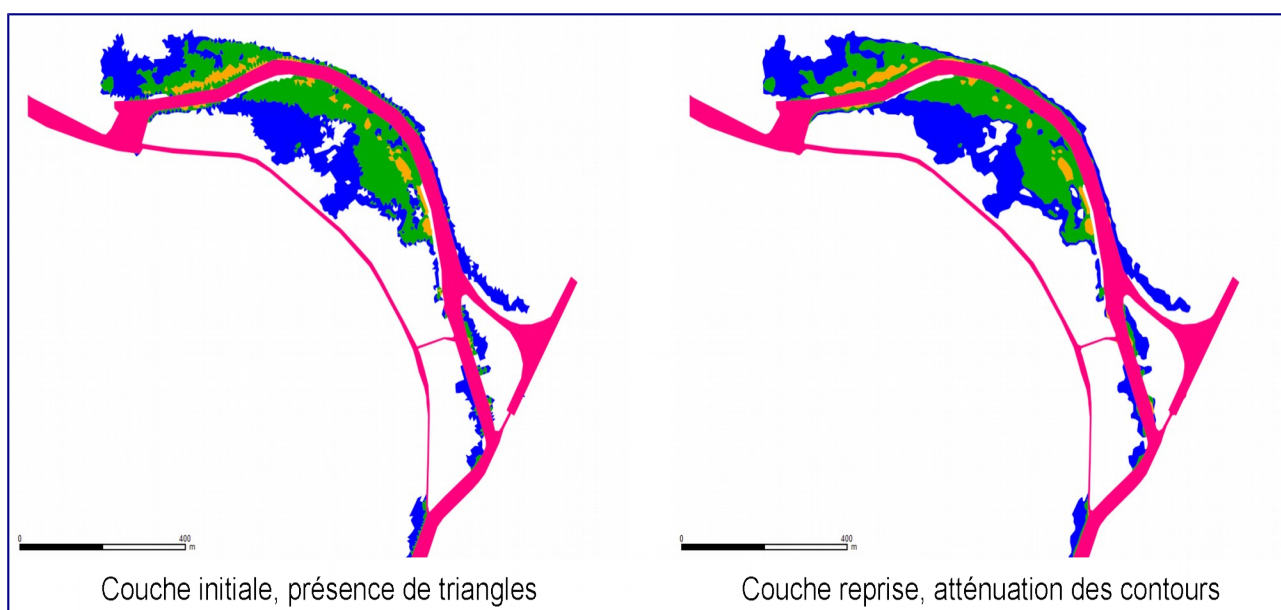


Fig.40 : Exemple de rendu

Utilisation des points jonctions ou « points durs »

Le lissage des polygones avec modification de la géométrie peut engendrer de petites anomalies. En effet, la méthode par concaténation des polygones selon leur valeur fait que les nœuds des contours ne sont pas toujours identiques. Lors du lissage, les segments ne sont donc pas modifiés de manière similaire. Les points jonctions sont les nœuds qui réalisent la jonction entre 3 polygones (ou 2 si l'on est sur une bordure extérieure). En activant l'option, ces points sont toujours conservés pendant le lissage : ainsi, les jointures entre les différents polygones sont meilleures.

Par défaut l'option est toujours activée, mais elle ralentit légèrement le temps d'exécution de l'algorithme. **Noter que si la couche n'est pas topologiquement propre, certains points durs ne seront pas pris en compte.** Cela se produit lorsqu'un point jonction n'est pas présent sur tous les polygones ; l'utilisation du module « ZI_topologie » dans la boîte à outils peut résoudre le problème.

d) Exporter les polygones sans lissage

Ce module accepte en entrée un raster à valeurs entières (Raster à convertir en vecteur), typiquement issu des modules « Classer les hauteurs d'eau », « Lissage raster » ou « Lissage vecteur ». Il se contente de réaliser une simple conversion raster/vecteur, et de simplifier la géométrie (suppression des points intermédiaires sur les droites, dans le but d'alléger la couche de polygones). L'utilisateur peut également choisir de lisser les angles, afin d'éliminer l'effet crénelé d'une conversion raster (= pixels carrés) en vecteur.

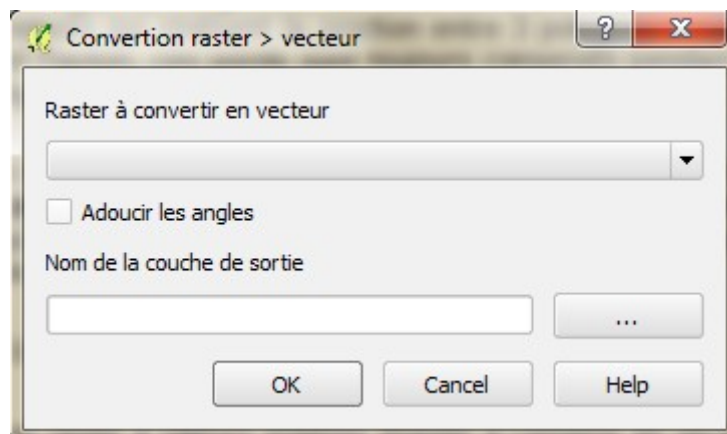


Fig. 41 : Module « Conversion raster > vecteur »

3. RÉSUMÉ DES ÉTAPES DE CRÉATION DES CLASSES DE HAUTEURS DE SUBMERSION

1. Interpolation des données brutes d'entrée (profils, casiers, nœuds) : Tri et interpolation des profils, Génération de casiers, Triangulation de nœuds ; puis assemblage des différents rasters obtenus. Pour parvenir à la création du **Modèle Numérique de Surface Libre en Eau**.
2. Travail sur le MNT (module MNT) si nécessaire.
3. Soustraction du MNT et du MNSLE pour obtenir les hauteurs brutes de submersion.
4. Création d'un masque à appliquer aux hauteurs brutes afin de délimiter les zones en eau et supprimer les artefacts ainsi que les valeurs négatives.
5. Classer les hauteurs brutes pour obtenir un raster à valeur entière de classes de hauteurs d'eau.
6. Lissage des données pour simplifier la géométrie et la taille de la couche.
7. Conversion de la couche Raster en Vecteur.

8. Dernière étape sous QGIS pour la mise en forme de la couche au format VIGInond : regrouper les polygones de même classe pour simplifier la table attributaire (outil QGIS « vecteur » « outil de géo traitement » « regrouper »).

4.ASTUCES

4.1.Préparation du travail avec Cartozi

Avant de commencer le travail sur les couches d'entrées **.shp**. Il est nécessaire de prendre connaissance de certains points qui pourraient engendrer des erreurs ou une répétition du travail.

- Tour d'abord, dans le cas d'une installation manuelle des modules de CartoZI (installation automatique en échec), il faut procéder au déplacement de plusieurs fichiers. Un « copier coller » est simplement nécessaire.

Origine des fichiers	Instructions	Destination des fichiers
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\grass\scripts	Copier le contenu du dossier : <i>plugins\cartoZI\modules\grass\scripts</i> dans le dossier C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\scripts	C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\scripts
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\grass\bin	Copier et placer les fichiers .bat dans le dossier C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\bin	C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4.3\bin
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\processing\algs\grass	Placer les fichiers d'appel .txt dans le répertoire du plugin processing	C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\processing\algs\grass\description
C:\Program Files\QGIS\profil\python\plugins\cartoZI\modules\processing\scripts	Placer le script (orderByField.py) dans C:\Program Files\QGIS\profil\processing\scripts	C:\Program Files\QGIS\profil\processing\scripts

Fig .42 : Résumé des modifications à apporter au dossier QGIS pour l'installation de CartoZI pour une configuration Windows

- Afin de s'assurer du bon fonctionnement des algorithmes GRASS dans QGIS, vérifiez que les chemins d'accès de vos prestataires de services sont bien renseignés. Cliquez sur « processing », « options », « prestataires de services », « grass commands » et vérifiez que la valeur de « Grass Folder » est bien le chemin d'accès à votre programme Grass : (configuration windows) C:\Program Files\QGIS\apps\grass\grass-6.4. De même pour « Msys folder » (C:\Program Files\QGIS\apps\msys).

4.2. Utilisation Des Modules

- Lorsque que les modules sont mal installés ou que les données d'entrées ne sont pas bonnes l'erreur renvoyée la plus fréquente est que « la couche n'est pas valide ».
- L'appellation des couches d'entrée du module d'interpolation de profil .shp et ne doit pas contenir de « - » (tiret du 6).
- Assurez-vous que les côtes de vos couches d'entrées (profils, casier, nœud) sont dans la même unité que celle de votre MNT (mètre, centimètre...).
- CartoZi est compatible avec l'utilisation de .VRT, notamment pour le MNT.
- Le module de tri des profils est fortement recommandé.
- Dans le cas de données très détaillées la résolution spatiale peut être augmentée afin de raccourcir le temps de calcul et d'alléger la donnée.
- Création des casiers : Afin de mieux repérer les zones de remous à l'avance (représentées par des casiers) : il est possible de faire un premier traitement « interpolation de profils » suivi de « calcul des hauteurs d'eau » avec une résolution plus lâche (par exemple 10 m) pour identifier ces secteurs rapidement. On peut ensuite construire les casiers aux endroits où ils sont nécessaires, puis reprendre le traitement avec la résolution voulue.
- Le filtre à utiliser pour le lissage raster (personnalisé) est un fichier .txt contenant la matrice décrite dans l'aide.
- Après avoir effectué un lissage raster et un lissage vecteur il est préférable de vérifier la cartographie à l'œil nu afin de juger si la perte de donnée n'est pas préjudiciable, de même lorsqu'on a augmenté la résolution spatiale pour les calculs. L'utilisation de l'outil QGIS « outil de noeud » peut permettre d'effectuer quelques corrections supplémentaires sur la géométrie de la couche.
- Le plugin Viginond Format permet, pour les ZICH, de regrouper les polygones de même classe de hauteur d'eau, tout comme le module QGIS de géo-traitement « Regrouper »
- Le module CartoZI « Lissage d'un vecteur préexistant » permet la fusion de tous les polygones pour créer une ZIP. Il suffit d'ajouter une colonne dans la table attributaire de la ZICH contenant le chiffre 1 par exemple, et de se servir de ce nouveau champ dans « champ contenant les classes ».