# **QGIS 15**



Mise en œuvre des principales fonctions hydrologiques de l'extension WhiteboxTools

Octobre 2024









#### TABLE DES MATIERES

1.	INTE	ODUCTION	1
	1.1	INSTALLATION DE WHITEBOXTOOLS	1
	1.2	INSTALLATION DU PLUGIN WHITEBOXTOOLS	2
2.	CRE	ATION DE COUCHES HYDROLOGIQUES	4
	2.1	INTRODUCTION	4
	2.2	PREPARATION DES DONNEES	5
	2.3	PRETRAITEMENT DU MNT (REMPLISSAGE DES DEPRESSIONS)	6
	2.4	DEFINITION DES DIRECTIONS D'ECOULEMENT (D8 FLOW POINTER OR FLOW DIRECTION)	8
	2.5	DEFINITION DES ACCUMULATIONS D'ECOULEMENT (D8 FLOW ACCUMULATION)	9
	2.6	DEFINITION DES AXES D'ECOULEMENT (EXTRACT STREAMS)	. 10
	2.7	DECOUPAGE EN ISO-BASSINS VERSANTS	. 11
	2.8	DECOUPAGE EN SOUS-BASSINS VERSANTS	. 12
	2.9	DELIMITATION D'UN BASSIN VERSANT EN AMONT D'UN EXUTOIRE	. 13
	2.10	Ordre des cours d'eau (Stream Order)	. 15
3.	EXEF	RCICE SUPPLEMENTAIRE	. 18
	3.1	INTRODUCTION	. 18
	3.2	CREATION DES AXES D'ECOULEMENT	. 19
	3.3	DELIMITATION D'UN MICRO BASSIN VERSANT	. 20
	3.4	ESTIMATION DE LA CAPACITE D'UN BASSIN DE RETENTION	. 21





# 1. Introduction

- L'objectif de ce tutoriel est d'initier à l'exploitation de Modèles Numériques de Terrain en vue de générer différentes variables hydrologiques.
- Il existe différentes librairies « open access » pour mettre en œuvre ce genre d'analyse. Dans cet exercice, nous utilisons l'extension WhiteboxTools de QGIS, qui est reliée à la boîte à outils WhiteboxTools dévelopée par la firme Whitebox Geospatial Inc et disponible en libre accès (https://www.whiteboxgeo.com/download-whiteboxtools/).

# 1.1 Installation de WhiteboxTools

• Lorsque le fichier QGIS\_15.zip est décompacté, le répertoire \QGIS\_15\_hydrology comporte 2 sous-répertoire : \DATA\_15 qui contient le jeu de données utilisé dans ce tutoriel et \WBT qui contient les fichiers nécessaires au fonctionnement de WhiteboxTools.



• Avant d'aller plus loin, il est important de vérifier le contenu du fichier **settings.json**. Ce dernier peut être ouvert avec n'importe quel éditeur de texte.



<u>.</u>

L'élément le plus important à considérer est le nom du "working\_directory". Dans l'exemple cidessus, le répertoire de travail est **d:/tmp**. Il est **indispensable** que ce répertoire existe réellement sur l'ordinateur utilisé! S'il n'est pas présent, il faut le créer, ou renseigner le nom d'un répertoire existant dans le fichier **settings.json**. Il est également nécessaire que l'utilisateur dispose des permissions d'écrire dans ce répertoire.





#### 1.2 Installation du plugin WhiteboxTools

- L'étape suivante consiste à installer et paramétrer le plugin WhiteboxTools. Accéder pour cela au gestionnaire d'extensions avec la commande [Extensions] → [Installer/Gérer les extensions].
- Taper le mot « whitebox » dans la boîte de recherche. L'extension WhiteboxTools for QGIS devrait apparaître dans la liste des extensions disponibles. Sélectionner celle-ci et cliquer ensuite sur le bouton « Installer le plugin » pour installer l'extension.
- Remarque : attention à ne pas confondre avec une autre extension Whitebox Workflows for QGIS qui propose des fonctionnalités équivalentes mais qui est plus récente et présentes encore des bugs.



• La boîte à outils WhiteboxTools est maintenant visible dans la boîte à outils de traitements qui



est affichée avec le bouton 🏶 (menu « Traitement »).





- Pour rendre celle-ci opérationnelle, il faut définir ses paramètres en accédant aux propriétés de la boîte à outils de traitements avec le bouton <sup>Solon</sup>.
- Ouvrir ensuite l'onglet « Fournisseurs de services » qui reprend les différentes applications accessibles depuis l'environnement QGIS.
- Ouvrir l'onglet « WhiteboxTools ». Celui-ci contient un paramètre correspondant à l'emplacement de l'exécutable whitebox\_tools.exe. Celui-ci doit normalement se trouver dans le répertoire \WBT.

Q Options — Traitement		$\times$
Q	Paramètres Valeur	
🗸 🎸 Rendu 🥈	<ul> <li>Fournisseurs de traitements</li> </ul>	
Mecteur	> \land EnMAP-Box	
- Destar	> 🚋 GDAL	
Raster	>	
🖾 Canevas et légende	> Whitebox Workflows	2
<ul> <li>Image: Outils cartographiques</li> </ul>	✓ ☑ WhiteboxTools	
	🕜 Compress output rasters 🛛 🗸	
Numerisation	🕜 WhiteboxTools executable	
🔎 Élévation	> 🔆 Général	

• Indiquer ce chemin en cliquant sur le bouton situé à droite de la rubrique « WhiteboxTools executable » et localiser le répertoire **\WBT** et le fichier **whitebox\_tools.exe**.

<b>Q</b> 0	Q Options — Traitement X						
Q		Para	mètr	es	Valeur		
	<ul> <li>Vecteur</li> <li>Raster</li> </ul>	~	🔆 F	ournisseurs de traitements			
			> 4	EnMAP-Box			
			> 뒶	GDAL			
	Canevas et legende		> @	<ul> <li>Visibility analysis</li> </ul>			
~ Kr	Outils cartographiques		> W	hitebox Workflows			
	Numérisation		• 6	WhiteboxTools			
ŵ				Compress output rasters	$\checkmark$		
<b>-</b> 22	Elevation			🕜 WhiteboxTools executable	C:/tmp/QGIS_15_hydrology/WBT/whitebox_tools.exe		
<b>*</b>	3D	>	<b>₩</b> G	énéral			

• Les outils de la whitebox\_tools sont maintenant opérationnels.





# 2. Création de couches hydrologiques

## **2.1 Introduction**

• La génération de couches hydrologiques au départ d'un MNT suit généralement un workflow standardisé qui est représenté dans la figure ci-dessous (source : https://dges.carleton.ca).



- Les différentes étapes sont présentées dans les paragraphes qui suivent en considérant comme zone test la commune de Gembloux.
- **Remarque** : les fonctionnalités relatives aux fonctions hydrologiques sont rangées dans deux sous-répertoires de la boîte à outils WhitetoolBox : Hydrological Analysis et Stream Network Analysis.
  - WhiteboxTools Data Tools Geomorphometric Analysis GIS Analysis GIS Analysis - Distance Tools GIS Analysis - Overlay Tools GIS Analysis - Patch Shape Tools Hydrological Analysis Image Processing Tools Image Processing Tools - Classification Image Processing Tools - Filters Image Processing Tools - Image Enhancement LiDAR Tools Machine Learning Math and Stats Tools Precision Agriculture Stream Network Analysis Whitebox Utilities





#### 2.2 Préparation des données

- Charger le fichier **mnt\_30m.tif** dans un nouveau projet QGIS. Celui-ci contient un Modèle Numérique de Terrain couvrant la Wallonie et possédant une résolution de 30 m.
- Afficher également la couche contenue dans le fichier **gembloux.shp**. Celle-ci contient les limites de la commune de Gembloux.



 Pour la suite de l'exercice, les traitements porteront sur un MNT dont l'emprise est limitée à la commune de Gembloux. Pour créer ce MNT d'emprise réduite, ouvrir la commande « Découper un raster selon une emprise » depuis la boîte à outils de traitements.



• Découper la couche **mnt\_30m** aux limites de l'emprise de la couche **gembloux**.





			And the second se
Q Découper un raster selon une emprise		×	
Paramètres Journal			
Couche source		^	
Tmnt_30m [EPSG:31370]	~	and the second	
Étendue de découpage			
168199.9063,181036.7969,131727.5000,144668.9063 [EPSG:31370]		Contraction of the second	
Écraser la projection du fichier de sortie		Calculer depuis la couche	🕨 🖂 gembloux
Affecter une valeur nulle spécifiée aux bandes de sortie [optionnel]		Utiliser l'emprise du canevas de carte	e F mnt_30m
Non renseigné		Dessiner sur le canevas	
Paramètres avancés		BE HOLE	
Options de création supplémentaires [optional]			

• Sauvegarder le résultat dans un fichier baptisé mnt\_gembloux.tif.



# 2.3 Prétraitement du MNT (remplissage des dépressions)

- La première étape dans la chaîne de traitement d'un MNT visant à produire les couches hydrologiques de base consiste à s'assurer de la continuité hydrologique du MNT. Dans cet exercice, la continuité sera obtenue en remplissant les dépressions présentes dans le MNT.
- Cette opération est réalisée avec la fonction « FillDepressionsPlanchonAndDarboux ». Celle-ci est une version « améliorée » de la fonction de base « FillDepressions ».
- Ouvrir la boîte de dialogue de la fonction « FillDepressionsPlanchonAndDarboux » et définir les paramètres comme dans la figure qui suit. Exécuter ensuite la commande avec le bouton « Exécuter ». Nommer la couche mnt\_fill.tif.





Q FillDepressionsPlanchonAndDarboux         ×					
Paramètres Journal	4				
Input DEM File					
The set of					
Fix flat areas? [optionnel]					
Flat increment value (z units) [optionnel]					
Non renseigné					
Output File					
C:/PL/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/mnt_fill.tif					
Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme					
0% Annuler					
Exécuter comme processus de lot Exécuter Fermer Aide					

• Pour bien comprendre l'impact de cette étape du traitement, utiliser la calculatrice raster pour générer une couche mettant en évidence la différence entre le MNT original et le MNT modifié.



 Le résultat devrait se présenter comme dans la figure suivante. Essayer de comprendre les raisons de ces différences. Pour cela, utiliser l'orthoimage disponible en webservice et accessible avec le fichier de définition de couche ortho\_2021.qlr.







## 2.4 Définition des directions d'écoulement (D8 Flow Pointer or Flow Direction)

- L'étape suivante concerne la définition des directions d'écoulement. Celles-ci sont calculées dans cet exercice avec la fonction « D8Pointer » qui utilise l'algorithme D8. Celui-ci définit, pour chaque pixel, la direction d'écoulement comme étant celle qui pointe vers un des 8 pixels voisins. L'algorithme détermine le pixel voisin avec lequel le pixel considéré présente la dénivelée relative la plus importante.
- Afficher la boîte de dialogue de la fonction « D8Pointer » et remplir les rubriques comme dans la figure qui suit. Baptiser le fichier de sortie **flow\_dir.tif**.





Remarque très importante : ne pas confondre les commandes D8Pointer et FD8Pointer.

• Le résultat devrait se présenter comme dans la figure suivante.







• Les valeurs attribuées aux pixels sont basées sur la codification suivante : la valeur « 1 » correspond à un écoulement vers le Nord-Est, la valeur « 2 » à un écoulement vers l'Est...



### 2.5 Définition des accumulations d'écoulement (D8FlowAccumulation)

Après avoir défini les directions d'écoulement, on peut calculer les accumulations d'écoulement.
 Cette opération s'effectue avec la fonction « D8Flowaccumulation » en définissant les paramètres comme dans la figure suivante. Baptiser le résultat flow\_acc.tif.

Q D8FlowAccumulation	×
Paramètres Journal	4
Input DEM or D8 Pointer File	
▶ mnt_fill [EPSG:31370] ∨	
Output Type [optionnel]	
cells ~	
Log-transform the output? [optionnel]	
Clip the upper tail by 1%? [optionnel]	
Is the input raster a D8 flow pointer? [optionnel]	
If a pointer is input, does it use the ESRI pointer scheme? [optionnel]	
Output File	
C:/PL/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/flow_acc.tif	
✓ Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme	
0% Annuler	
Exécuter comme processus de lot Exécuter Fermer Aide	

Remarque très importante : ne pas confondre les commandes D8FlowAccumulation et F
 D8FlowAccumulation.



• Le résultat devrait se présenter comme dans la figure suivante.





#### 2.6 Définition des axes d'écoulement (Extract Streams)

 Disposant de la couche décrivant les accumulations d'écoulement, il est très simple d'en déduire, par seuillage, les axes d'écoulement. Cette étape est prise en charge par la fonction « ExtractStreams » qui se trouve dans la rubrique « Stream Network Analysis » de la boîte à outils Whitebox. Définir les paramètres comme dans la figure qui suit. Nommer la couche produite stream\_10000.tif.

ExtractStreams ×   Paramètres Journal   Input D8 Flow Accumulation File •   Imput D8 Flow Accumulation File •   Imput D8 Flow Accumulation Threshold •   10000,00000 Imput D8 Flow Accumulation Threshold   10000,000000 Imput D8 Flow Accumulation Threshold   Imput D8 Should a background value of zero be used? [optionnel]   Output File   Imput COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGI5_15_hydrology/output/stream_10000.tif   Imput D8 Flow Accumulation File   Imput D8 Flow Accumulation Threshold   Imput Pile   Imput Pile <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th>					
Paramètres       Journal       Input D8 Flow Accumulation File         Input D8 Flow_acc [EPSG:31370]       ✓          Channelization Threshold       ✓          10000,00000       Image: Comparison of the second of the	<b>Q</b> ExtractStreams				$\times$
Input D8 Flow Accumulation File  flow_acc [EPSG:31370]  Channelization Threshold  10000,00000  Solution  Should a background value of zero be used? [optionnel]  Output File  (/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/stream_10000.tif  Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme  Ow Annuler  Exécuter comme processus de lot  Exécuter Fermer Aide	Paramètres Journal				•
Image: Second	Input D8 Flow Accumulation File				
Channelization Threshold          10000,000000       Image: Comparison of the should a background value of zero be used? [optionnel]         Output File       Image: Comparison of the should be compared by the should be should be compared	flow_acc [EPSG:31370]			~	
10000,00000       Image: Contract of the second secon	Channelization Threshold				
□ Should a background value of zero be used? [optionnel]         Output File         ↓/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/stream_10000.tif         ☑ Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme         ☑ Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme         ☑         ☑         0%         Annuler         Exécuter comme processus de lot         Exécuter       Fermer	10000,000000			<	
Output File         \[/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/stream_10000.tif         \[]         Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme         \[]         0wrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme         \[]         1000000000000000000000000000000000000	Should a background value of zero be used? [4]	optionnel]			
L/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/stream_10000.tif  Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme	Output File				
Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme       Image: Comparison of the security	L/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_1	5_hydrology/output,	/stream_10000.ti	if 🕙	
0%       Annuler         Exécuter comme processus de lot       Exécuter       Fermer       Aide	Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de	l'algorithme			
0%       Annuler         Exécuter comme processus de lot       Exécuter       Fermer       Aide					
0%     Annuler       Exécuter comme processus de lot     Exécuter     Fermer     Aide					
0% Annuler Exécuter comme processus de lot Exécuter Fermer Aide				2	
0%     Annuler       Exécuter comme processus de lot     Exécuter     Fermer     Aide				-	
0%         Annuler           Exécuter comme processus de lot         Exécuter         Fermer         Aide					
Exécuter comme processus de lot Exécuter Fermer Aide			0%	Annuler	
	Exécuter comme processus de lot	Exécuter	Fermer	Aide	

• Le résultat se présente comme dans la figure ci-dessous.







- La version raster décrivant les axes d'écoulement peut être vectorisée avec la fonction « RasterStreamsToVector ». Les données d'entrée pour celle-ci sont la couche raster qui vient d'être produite, ainsi que la couche de direction d'écoulement.
- **Remarque importante** : la couche vectorielle de sortie DOIT être sauvegardée dans un shapefile.

RasterStreamsToVector			2
Paramètres Journal			
Input Streams File			
stream_10000 [EPSG:31370]			~
Input D8 Pointer File			
Flow_dir [EPSG:31370]			~
Does the pointer file use the ESRI pointer so	heme? [optionnel]		
Output File			
01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_	15_hydrology/output/s	tream_10000.sh	p 🐼 📖
Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution d	le l'algorithme		
	60		
		0%	Annuler
Exécuter comme processus de lot	Exécuter	Fermer	Aide

 Pour visualiser le résultat correctement, il convient de définir manuellement son CRS (EPSG : 31370).



#### 2.7 Découpage en iso-bassins versants

• Parallèlement à la création d'une couche d'axes d'écoulement, il est possible de créer une autre couche qui découpe l'ensemble de la zone d'étude en bassins versants de taille uniforme.





• L'exemple qui suit découpe la zone d'intérêt en bassins d'environ 10000 pixels à l'aide de la fonction « **Isobasins** ». Nommer la couche **iso\_bassins\_10000.tif**.

🔇 Isobasins	×
Paramètres Journal	•
Input DEM File	
¥ mnt_fill [EPSG:31370] 🗸	
Target Basin Size (grid cells)	
10000 🛛 🗶	
✓ Output basin upstream-downstream connections? [optionnel]	
Output File	
_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/iso_bassins_10000.tif	
Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme	
0%     Annuler       Exécuter comme processus de lot     Exécuter     Fermer	

• Le résultat se présente comme dans la figure ci-dessous. Une symbologie de type « Palette/Valeurs uniques » a été appliquée.



#### 2.8 Découpage en sous-bassins versants

 Une autre approche pour la délimitation de bassins versants est de baser celle-ci sur les axes d'écoulement qui ont été définis au § 2.6. Dans ce cas, on utilise la fonction « Subbasins ». Nommer la couche sub\_bassins\_10000.tif.







• **Remarque importante** : dans la figure ci-dessus, les bassins versants 1 (rouge), 5 (vert foncé) et 7 (jaune) sont incomplets en raison d'effets de bords liés à l'emprise du MNT de départ.

# 2.9 Délimitation d'un bassin versant en amont d'un exutoire

- On peut aussi délimiter un bassin versant en définissant son exutoire. On utilise pour cela la fonction « watershed ».
- Afficher dans le projet la couche **outlet\_mazy.shp**.
- Définir les paramètres de la fonction « watershed » comme dans la figure suivante. Nommer la couche **bassin\_mazy.tif**.





Q Watershed	×
Paramètres Journal	4
Input D8 Pointer File	
Flow_dir [EPSG:31370] ~	
Input Pour Points (Outlet) File	
C:/PL/01_COURS/02_GEOMATIQUE/R_02_GIS_hydro/data/outlet_mazy.shp ~	
Does the pointer file use the ESRI pointer scheme? [optionnel]	
Output File	
PL/01_COURS/02_GEOMATIQUE/qgis_2022/QGIS_15_hydrology/output/bassin_mazy.tif 🔇	
✓ Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme	
0% Annuler	
Exécuter comme processus de lot Exécuter Fermer Aide	

• Le résultat devrait se présenter comme suit.



• On constate cependant que la couche **bassin\_mazy.tif** est très différente de ce résultat. En zoomant très fort sur l'exutoire du bassin versant, on remarque que le point représentant l'exutoire n'est pas positionné correctement. Il est placé à côté de l'axe d'écoulement.





🔇 *Projet s	sans titre — QGIS					ß		- 0	×
Projet <u>É</u> d	liter V <u>u</u> e <u>C</u> ouche	Préférences E <u>x</u> tensions	<u>V</u> ecteur <u>R</u> aster	<u>B</u> ase de donné	es <u>M</u> aillage HC	MGIS <u>T</u> raitement	<u>A</u> ide		
	🖪 🗋 🕄		?. /. ₩	<b>@</b> 🚱 (	💽 🏹 V	I. // 🖯	· · · · ·	» 🔍 »	🛛 🛛 »
1	) 🕀 🗨 🎜	🔎 💭 順 📿 🖉		<b>I</b> ()	2 🔣 -	S - 🕞 - 🗖	-		
Couc	thes 阗 ⊚ <b>▼</b> ६ ▼ 1	8 8 1 👔 🗔							
	v outlet_mazy v bassin_mazy Bande 1 (Gray) 0 0	<u> </u>							
	1 stream_10000 Bande 1 (Gray) 1								
	Bande 1 (Gray) 109 425					*			
•	flow_acc2	-							
Exp	plorateur Couches								
Q Taper p	pour trouver (Ctrl+K)	k 1714	27 132602 🛞	¥ 1:4405 ×	🔒 u 100%	♣ 3 0,0 °	Rendu	@EPSG:31370	Q

• Pour corriger ce problème, il faut éditer la couche outlet\_mazy et déplacer le point pour qu'il se trouve dans 1 pixel appartenant à l'axe d'écoulement représenté par la couche **stream\_10000**.

Il faut pour cela utiliser l'outil « déplacer des entités » (":") de la barre d'outils « Numérisation avancée ».

Q *Projet sans titre — QGIS —					
Projet <u>É</u> diter V <u>u</u> e <u>C</u> ouche <u>P</u> références E <u>x</u> ten	sions $\underline{V}$ ecteur $\underline{R}$ aster $\underline{B}$ ase de données $\underline{M}$ aillage HCMGIS $\underline{I}$ raitement $\underline{A}$ ide $\widehat{igsia}$				
🗋 📄 🗐 🔂 😭 💕 🗸	🗱 💁 🖉 🕼 📽 - 🚱 🤤 🌾 V° - 🖉 🗎 / 🗎 / - · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
ç 🔍 Q Q 👯 🤤 🕀	2 A 🗓 🧠 💺 🛄 🕓 🌫 🔜 - 🖕 - 🦕 -				
Couches					
🐫 🛛 🙉 🏹 🖏 🕆 🖬 🖬 🗔					
✓ • outlet_mazy					
Bande 1 (Grav)					
1					
Bande 1 (Grav)					
Bando 1 (Grav)	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·				
109 425					
↓ ↓ ↓ flow acc2	-				
Explorateur Couches					
Q. Taper pour trouver (Ctrl+K)	rdon 171333 133006 👋 H 1:4405 🔻 🔒 u 100% 💠 a 0,0 ° 🗘 🕻 Rendu 🐵 EPSG:31370 🗨				

• Il faut ensuite exécuter à nouveau la fonction Watershed.

# 2.10 Ordre des cours d'eau (Stream Order)

- Il existe plusieurs systèmes d'ordonnancement des éléments linéaires constitutifs d'un réseau hydrographique.
- Le plus connu est l'ordre de Stralher qui est illustré dans la figure suivante (source : http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr/index.php/Fichier:Stralher.JPG).







Représentation schématique de l'ordre de Stralher (http://wikhydro.developpement-durable.gouv.fr)

- Pour illustrer cette notion, générer une nouvelle couche d'axes d'écoulement en considérant une valeur seuil de 2000 pixels. Baptiser la nouvelle couche **stream\_2000.tif**.
- Calculer ensuite les ordres de Stralher pour les axes ainsi définis avec la fonction « StrahlerStreamOrder », en définissant les paramètres comme dans la figure qui suit. Nommer la couche strahler\_2000.tif.







 La couche raster qui vient d'être produite peut être vectorisée avec la fonction « RasterStreamsToVector » en veillant à créer un shapefile. Le système de coordonnées de la couche doit ensuite être défini manuellement (EPSG : 31370).







# 3. Exercice supplémentaire

### **3.1 Introduction**

 L'exercice qui vient d'être réalisé se basait sur un MNT à faible résolution (30 m). Un rapide examen de la couche vectorielle des axes d'écoulement qui vient d'être produite au paragraphe précédent en superposition avec l'orthoimage de 2021 (ortho\_2021.qlr) montre l'ampleur de l'imprécision des couches produites.



 Dans l'exercice qui va suivre, nous allons utiliser un MNT ayant une résolution de 1 m. Celui-ci couvre une partie de la localité de Mazy qui a été durement touchée lors des inondations de juillet 2021 comme le montre la figure ci-dessous (source : http://www.canalzoom.be).



• Charger la couche mnt\_mazy.tif dans le projet QGIS.



![](_page_20_Picture_1.jpeg)

#### 3.2 Création des axes d'écoulement

- Appliquer ensuite les différentes étapes présentées dans l'exercice précédent :
  - Remplissage des dépressions (fonction « FillDepressionsPlanchonAndDarboux »)
  - Calcul des directions d'écoulement (fonction « D8Pointer »)
  - Calcul des accumulations d'écoulement (fonction « D8Flowaccumulation »)
  - Seuillage de la couche d'accumulation d'écoulement (fonction « ExtractStreams ») : fixer le seuil à 5000 pixels (0,5 ha)
  - Vectorisation des axes d'écoulement (fonction « RasterStreamsToVector »)
- Le résultat devrait se présenter comme dans la figure suivante.

![](_page_20_Figure_10.jpeg)

 L'analyse de ce résultat en superposition avec la couche ortho\_2021 montre son niveau de précision relativement élevé. L'ajout de la couche des axes d'écoulement produite dans l'exercice précédent met clairement en évidence le niveau de qualité accru de la couche qui vient d'être produite.

![](_page_20_Picture_12.jpeg)

![](_page_21_Picture_0.jpeg)

![](_page_21_Picture_1.jpeg)

#### 3.3 Délimitation d'un micro bassin versant

- Sur base des couches hydrologiques à haute résolution qui viennent d'être générées, nous allons maintenant estimer la taille du bassin versant se trouvant en amont d'une habitation se trouvant sur la trajectoire d'un axe d'écoulement.
- Afficher la localisation de cette habitation qui est contenue dans le fichier maison.gpkg.

![](_page_21_Figure_5.jpeg)

• Délimiter le bassin versant situé en amont de ce point avec la fonction « watershed ».

![](_page_21_Picture_7.jpeg)

 Estimer ensuite la surface du bassin versant qui vient d'être créé. Il y a deux manières d'obtenir cette information. Elles sont expliquées à la page suivante. Essayer de les trouver par vousmême.

![](_page_22_Picture_0.jpeg)

![](_page_22_Picture_1.jpeg)

• La première possibilité consiste à générer des statistiques relatives à la couche raster **bv.tif** à l'aide de la fonction « **Statistiques de la couche raster** ». L'information peut être sauvegardée dans un fichier ou consultée dans l'onglet « journal » de la boîte de dialogue.

Q Statistiques de la couche raster			×
Paramètres Journal			4
Couche source			
<b>bv</b> [EPSG:31370]			~
Numéro de bande			
Bande 1 (Gray)			$\sim$
Statistiques [optionnel]			
[Enregistrer dans un fichier temporaire]			
		0%	Annuler
Exécuter comme processus de lot	Exécuter	Fermer	Aide
Q Statistiques de la couche raster			×
Paramètres Journal			•
'STD_DEV': 0.0, 'SUM': 189010.0, 'SUM_OF_SQUARES': 0.0}			^
Chargement des couches de résultat Algorithme 'Statistiques de la couche raster' terminé Une sortie HTML a été générée par cet algorithme. Ouvrez la fenêtre de résultats pour la vérifier.			~
		[	a 🗈 🍾
		0%	Annuler

• Une autre approche consiste à polygoniser la couche raster, avec la fonction « **Polygoniser** » et à calculer la surface du polygone généré.

# 3.4 Estimation de la capacité d'un bassin de rétention

• Afficher la couche **bassin.gpkg** qui contient la localisation d'un bassin de rétention situé sur un axe d'écoulement drainant les parcelles agricoles voisines.

![](_page_23_Picture_0.jpeg)

![](_page_23_Picture_1.jpeg)

![](_page_23_Figure_2.jpeg)

• L'analyse de la couche **flow\_acc** à l'entrée du bassin de rétention permet d'évaluer la surface contributive située en amont de ce bassin. Elle est de plus de 19 ha.

![](_page_23_Figure_4.jpeg)

Pour évaluer le volume de ce bassin, on peut mettre à profit les couches mnt\_mazy et mnt\_fill.
 La première correspond au relief réel, alors que la seconde correspond à un relief où les dépressions ont été rebouchées, comme illustré dans la figure qui suit.

![](_page_23_Picture_6.jpeg)

![](_page_24_Picture_0.jpeg)

![](_page_24_Picture_1.jpeg)

 Utiliser la calculatrice raster pour générer une couche correspondant à la différence entre les deux couches (mnt\_fill – mnt\_mazy). Baptiser cette couche diff\_mnt.tif.

![](_page_24_Figure_3.jpeg)

• Seuiller ensuite le résultat avec une valeur de 20 cm (0,2 m).

![](_page_24_Figure_5.jpeg)

• Procéder ensuite à la polygonisation de la couche issue du seuillage. Nommer cette nouvelle couche **limites\_bassin.gpkg**. Le résultat devrait se présenter comme dans la figure suivante.

![](_page_24_Figure_7.jpeg)

QGIS 15 – Principales fonctions hydrologiques de l'extension WhiteboxTools

![](_page_25_Picture_0.jpeg)

![](_page_25_Picture_1.jpeg)

- Supprimer ensuite tous les polygones qui ne correspondent pas au bassin de rétention. Utiliser pour cela la barre d'outils de numérisation : mettre la couche en mode édition ( ), sélectionner les polygones à supprimer et cliquer sur le bouton 1. Quitter le mode édition en validant les modifications ( ).
- La dernière étape consiste à calculer des statistiques zonales (fonction « Statistiques de zone ») en considérant le raster diff\_mnt d'une part et la couche limite\_bassin pour définir la zone d'autre part.

<b>Q</b> Statistiques de zone	×
Paramètres     Journal       Couche source     Imites_bassin [EPSG:31370]       Entité(s) sélectionnée(s) uniquement       Couche raster	Cet algorithme calcule les statistiques d'une couche raster pour chaque entité d'une couche de polygones qui la recouvre.
Bande raster	· … ·
Exécuter comme processus de lot	0% Annuler Exécuter Fermer Aide

• Le résultat est légèrement inférieur à 600 m<sup>3</sup>.

<b>Q</b> *	Projet sans titre — QGI	S										
Proje	t Éditer Vue Couc	he Préférences	Extensions Vec	teur Raste	r Base de o	données Internet	Maillage MMQ	GIS Traitement	Aide			
	📂 🔒 🔂 😫 💕	🖑 🌺 🗩	, P 🎵 🗩 💭	) 🗩 👰 🤇	a 🖪 🧠	<u>ь</u> 🛯 🕓 😂	🔍 🚟 🌞 Σ	: 📰 🕶 🖛 🗸	P 🔍 📲 🖪	Ş <b>-</b> €	- 🐻 -	
<i>■ ● ● ● ○ □ ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●</i>												
V	Couches		₽×	100	-							
	😽 🕼 👁 🌹 🖏 🔻 آ	l 🕆 🗔	10.0	14.00		1 8 7 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1		193.2		<u> </u>		
	Statistiqu	<b>Q</b> Statistiques	s de zones — Total	des entités:	1, Filtrées: 1	, Sélectionnées: 0			—		$\times$	
2.	✓ Iimites_bi	/ 26 6	i 🗝 🕺 📓 😜	= 🔊 😼 🕇	🏼 🏶 💭	16 16 🕅 🔛   🚍	<b>₩ \$</b> ,	1				
	Bande 1 (Gra	fid	DN		_count	_sum	_mean					
	1	1	90	1	918	587,583106994	0,64006874400					
Q												
	■ 0 ✓ □ I diff mnt											
	Bande 1 (Gra											
- 🌍	1,232185											
	Explorateur											
	× Č											
	~											
	Ť											
		Montrer toutes	s les entités									