

RAPPORTS

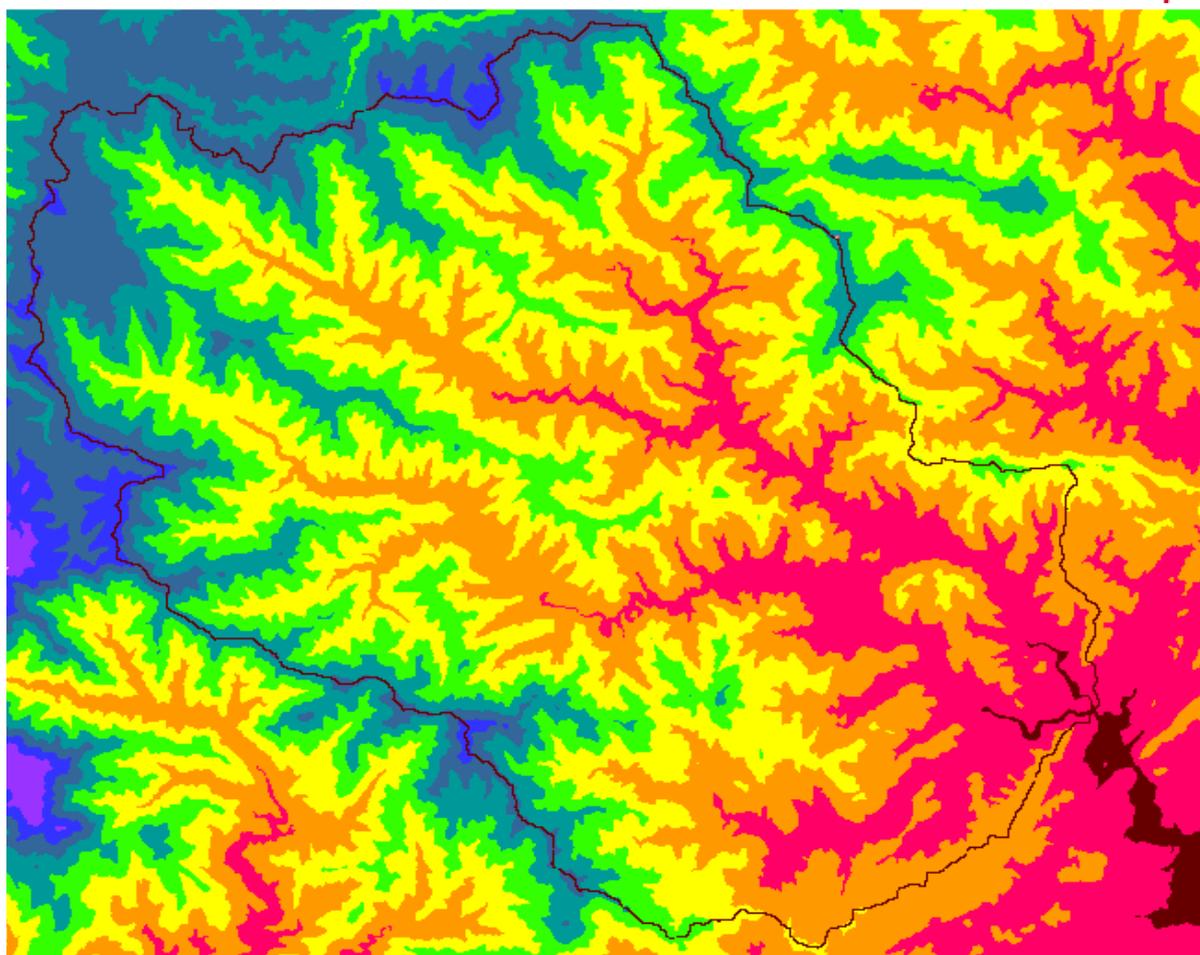
Service
DGPR/SRNH

Sous-service
SCHAPI/MHO

Juin 2013

Analyse de bassins avec GRASS-QGIS

Correction du Modèle Numérique de Terrain et calcul des bassins versants topographiques



Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable
et de l'Énergie

Historique des versions du document

| Version | Date | Commentaire |
|---------|----------|----------------------------------|
| 0.1 | 01/03/13 | Relecture AM + CETE Méditerranée |
| 0.8 | 28/06/13 | Mise en page du document par AM |
| | | |
| | | |

Affaire suivie par

| |
|--|
| Arthur MARCHANDISE - DGPR/SRNIH/SCHAPI/MHO |
| <i>Tél. : 05 34 63 85 59/ Fax : 05 34 63 85 76</i> |
| <i>Courriel : arthur.marchandise@developpement-durable.gouv.fr</i> |

Rédacteur

Arthur MARCHANDISE - SCHAPI/MHO
Christophe ASTIER - SCHAPI/MHO

Relecteur

Prénom NOM - Service

Référence(s) intranet

http://

SOMMAIRE

| | |
|--|----------|
| 1 - DÉTERMINATION D'UN BASSIN VERSANT..... | 4 |
| 1.1 - Résumé : fonctions GRASS utilisées..... | 4 |
| 1.2 - Erreurs à éviter | 4 |
| 1.3 - Préalable : lancer les fonctions GRASS à partir de QGIS..... | 5 |
| 1.3.1 - Rappel 1 : Lancement de la fenêtre DOS de GRASS-QGIS..... | 5 |
| 1.3.2 - Rappel 2 : Lancement et paramétrage d'une commande GRASS..... | 6 |
| 1.4 - Étude de cas | 9 |
| 1.4.1 - Étape 0 : Définir, sous QGIS, les propriétés du projet (Ctrl+Shift+P) en dans le système de coordonnées choisi (ici Lambert 93) et activer la Projection à la volée..... | 10 |
| 1.4.2 - Étape 1 (optionnelle) : Constitution d'un MNT Virtuel..... | 11 |
| 1.4.3 - Étape 2 : Définition du projet GRASS..... | 12 |
| 1.4.4 - Étape 3 : Import du MNT (réel ou virtuel) dans GRASS..... | 19 |
| 1.4.5 - Etape3 bis : Modification de la taille de la maille du projet grass..... | 20 |
| 1.4.6 - Étape 4 : Correction du fichier d'élévation sous GRASS : on enlève les cuvettes..... | 21 |
| 1.4.7 - Étape 4 bis (facultative) : Surcreusement du Modèle Numérique de Terrain..... | 22 |
| 1.4.8 - Étape 5: détermination des bassins versants | 25 |

A côté de l'offre commerciale concernant le traitement des données topographiques pour l'hydrologie (module Spatial Analyst d'ArcGIS -ESRI-, logiciel Hydrokit -ginger Strategis-), il existe une gamme de produits du domaine libre qui permettent de réaliser des traitements de plus en plus performants. En particulier, les fonctions GRASS (<http://grass.fbk.eu/>), qui peuvent être utilisées à partir de SIG libre QuantumGIS (www.qgis.org/), associées aux bibliothèques de traitement des vecteurs OGR (www.gdal.org/ogr/) et à celles de traitement des rasters GDAL (www.gdal.org/) permettent de réaliser des traitements et des chaînes de traitements performantes.

Ce document, à visée pratique, présente un ensemble de traitement visant à :

- corriger les Modèles Numériques de Terrain afin de déterminer les bassins versants hydrologiques topographiques;
- déterminer les fichiers dérivés des Modèles Numériques de Terrain les plus courants : Trajectoires d'Écoulement, Pentes, Superficies Drainées, ...

Il s'agit d'une étude de cas réalisée sur un territoire qui comprend les départements 30, 48 et 07.

Version de GIS utilisée:

QuantumGIS 1.7.4 windows

GdalTools Version 1.2.29.

Gdal 1.8.1

L'extension GRASS doit avoir été ajoutée et activée (cf mode d'emploi de QGIS charger et activer un extension) .

1 - Détermination d'un bassin versant

1.1 - Résumé : fonctions GRASS utilisées

Les fonctions GRASS utilisées dans ce document pour la détermination d'un bassin versant topographique sont :

r.in.gdal : importer le raster initial sous GRASS

g.region : imposer au projet GRASS les dimensions et la taille de maille du raster initial (Modèle Numérique de Terrain)

r.fill.dir : corriger le modèle d'élévation des cuvettes (attention : relancer plusieurs fois cette fonction car toutes les dépressions ne sont pas corrigées lors de la première itération)

r.watershed : générer le fichier des accumulations (superficie drainée) à partir du modèle d'élévation corrigé à l'étape précédente ainsi que le fichiers des directions de drainage.

r.water.outlet : détermine le raster du bassin versant (des 1 à l'intérieur du bassin, des 0 ou Nodata à l'extérieur) à partir de la coordonnée de l'exutoire et du fichier des directions de drainage calculé à l'étape précédente à partir de r.water.gdal.

r.out.gdal : Exporte le MNT grass vers le mode Gdal.

et, de manière optionnelle :

r.carve : surcreuser le MNT sur le réseau « réel » (à partir de CARTHAGE par exemple) afin d'être cohérent entre le réseau théorique MNT et le réseau réel CARTHAGE.

1.2 - Erreurs à éviter

Les erreurs qui arrivent les plus fréquemment sont :

- l'oubli de reboucler sur **r.fill.dir** : en effet, toutes les cuvettes du MNT ne sont pas généralement corrigées à la première utilisation de la fonction. Il faut donc la relancer plusieurs fois en mettant comme fichier d'entrée le fichier d'élévation corrigé partiellement à l'itération précédente ;
- Un projet qui est mal dimensionné pour le raster traité. Pour vérifier que les dimensions et le maillage du projet correspondent bien à celles du (des) raster(s) que l'on traite, utiliser la commande **g.region -p**. Pour redimensionner le projet au raster que l'on traite, utiliser la commande **g.region rast=nom_raster_grass** ;
- les coordonnées de l'exutoire qui ne sont pas positionnées sur le réseau de drainage

théorique du MNT. En effet, les coordonnées GPS des exutoires qui sont données (sur la banque HYDRO ou sur Vigicrues) se retrouvent parfois, pour différentes raisons, localisées en dehors du lit du cours d'eau. L'algorithme r.water.outlet (qui remonte les trajectoires d'écoulement jusqu'aux lignes de crête) ne sort alors qu'un point ou un versant. Pour être sûr d'avoir son exutoire sur le réseau de drainage théorique, il faut visualiser les fichiers des accumulations (généralisé par r.watershed) et aller vérifier que la coordonnée à partir de laquelle on calcule le BV est bien sur le réseau drainage théorique. Dans la négative, on modifie la coordonnée pour la replacer sur ce réseau de drainage.

1.3 - Préalable : lancer les fonctions GRASS à partir de QGIS

Toutes les fonctions décrites en 1.1 peuvent être paramétrées et lancées de manière conviviale une fois lancées sous la fenêtre de commandes DOS de GRASS.

1.3.1 - Rappel 1 : Lancement de la fenêtre DOS de GRASS-QGIS

Pour lancer la fenêtre DOS de GRASS (après avoir défini un projet GRASS), ouvrir tout d'abord les Outils Grass à partir de QGIS, menu **Extension/GRASS/Ouvrir les outils GRASS** :

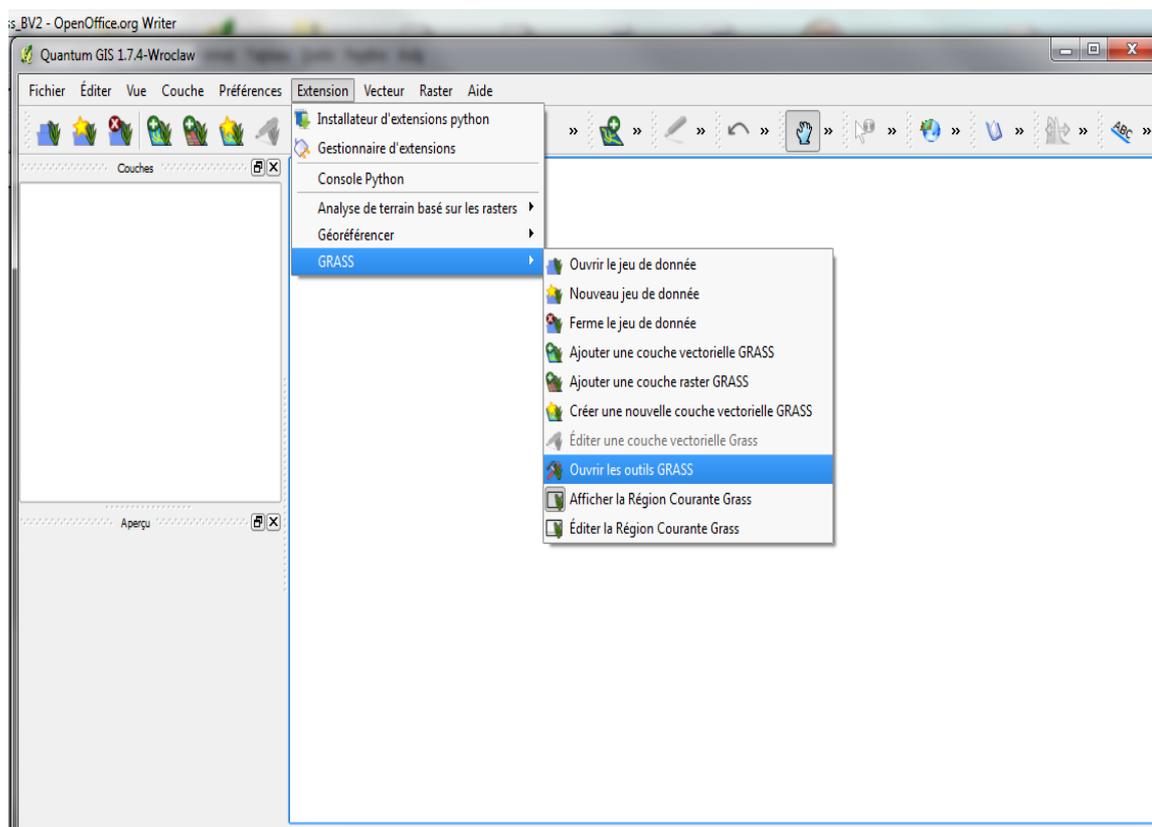


Illustration 1: Ouverture des outils GRASS-QGIS

Ensuite, dans l'onglet **Liste des Modules** de la fenêtre ainsi ouverte, cliquer une fois sur **Shell Console GRASS** :

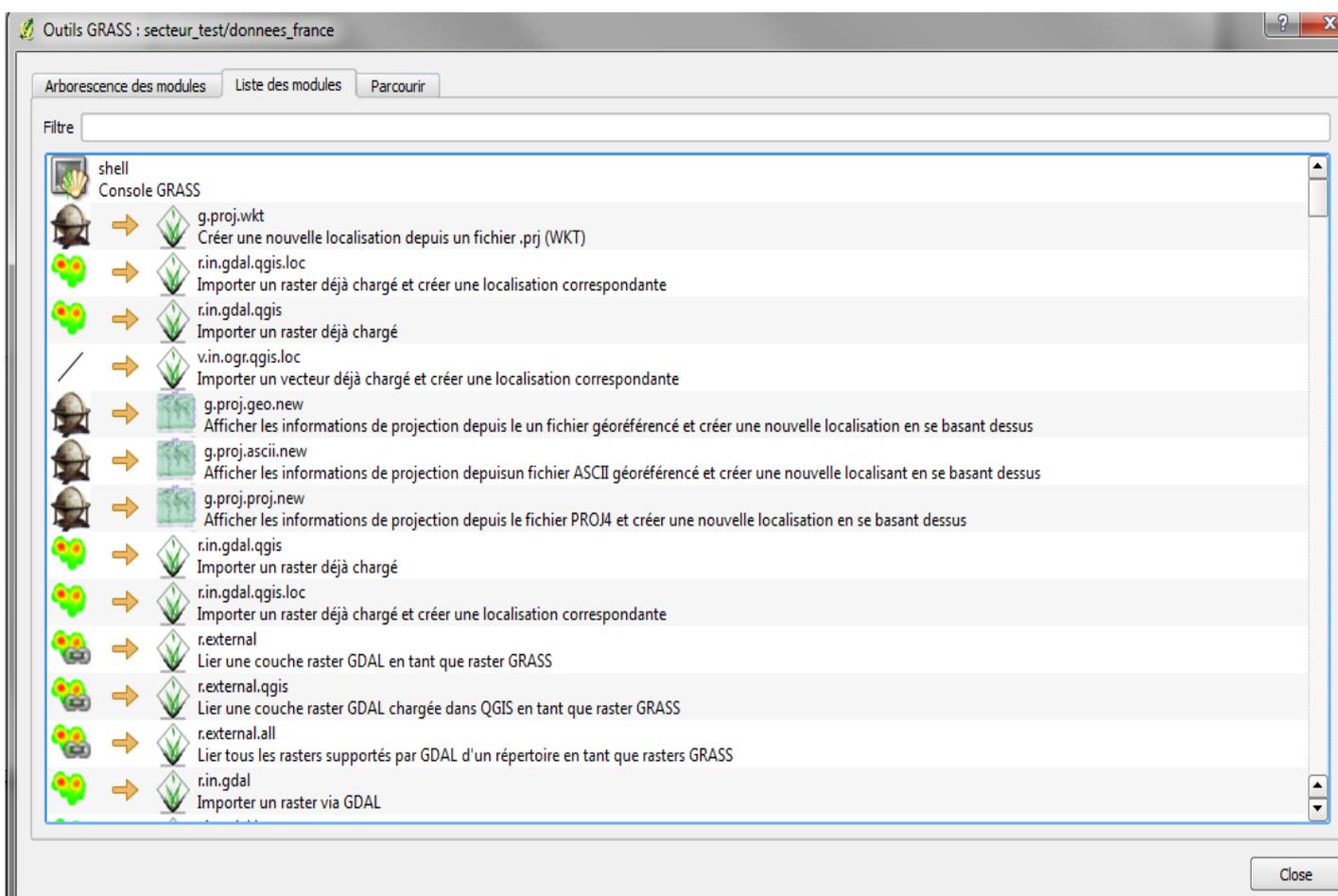


Illustration 2: Ouverture la console shell de GRASS-QGIS

1.3.2 - Rappel 2 : Lancement et paramétrage d'une commande GRASS

Dans l'environnement GRASS-QGIS, trois possibilités s'offrent à l'utilisateur pour paramétrer et lancer une commande :

- 1- Ouvrir une interface de paramétrage à partir de la fenêtre de l'illustration 2. Cette option est déconseillée car certaines fonctions ne marchent pas ...
- 2- Taper le nom de la commande dans la fenêtre de commandes SHELL de GRASS QGIS

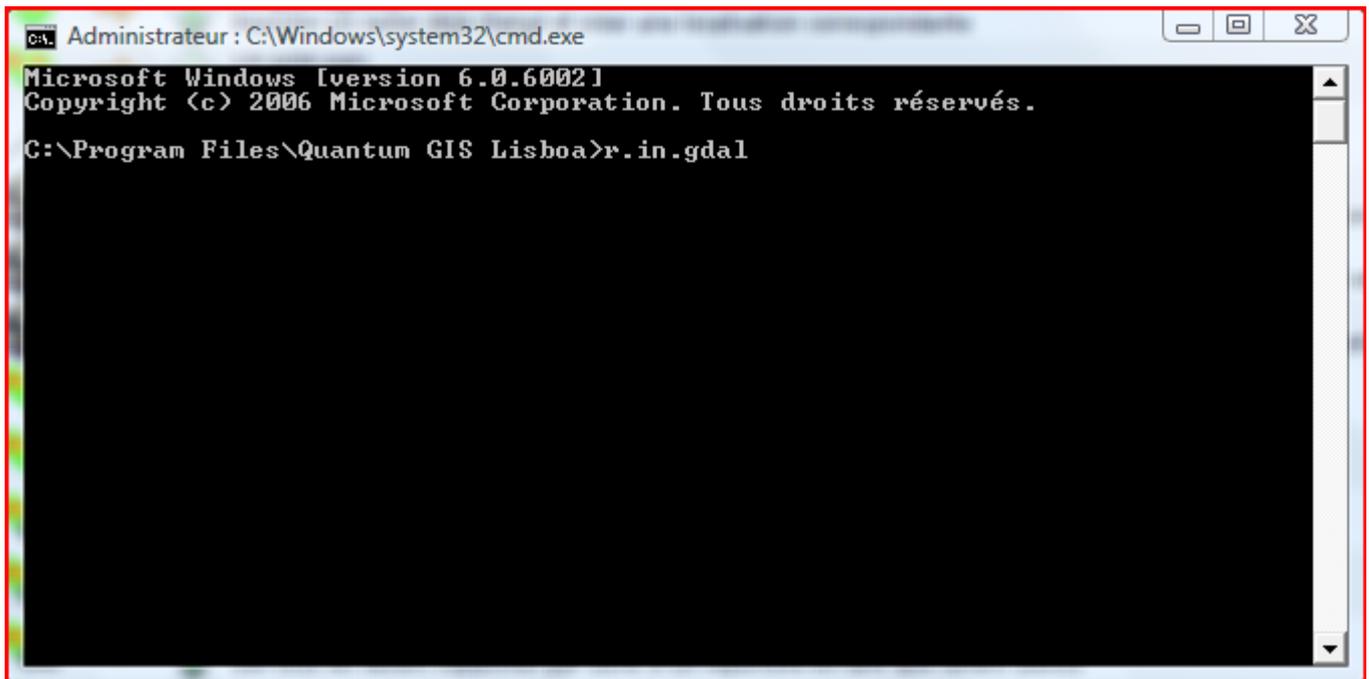


Illustration 3: Ouverture d'une commande grass à partir de la fenêtre de commandes SHELL : cas de la commande d'import d'un raster *r.in.gdal*

La fenêtre de l'illustration 4 s'ouvre alors :

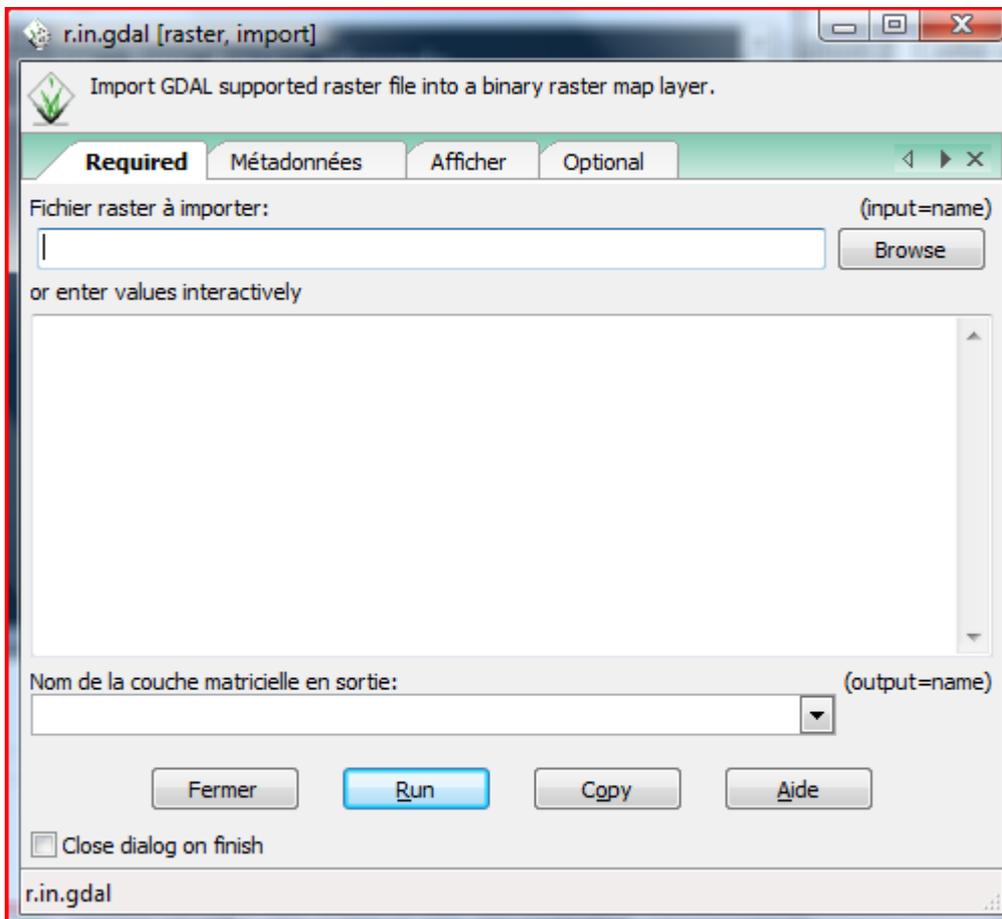
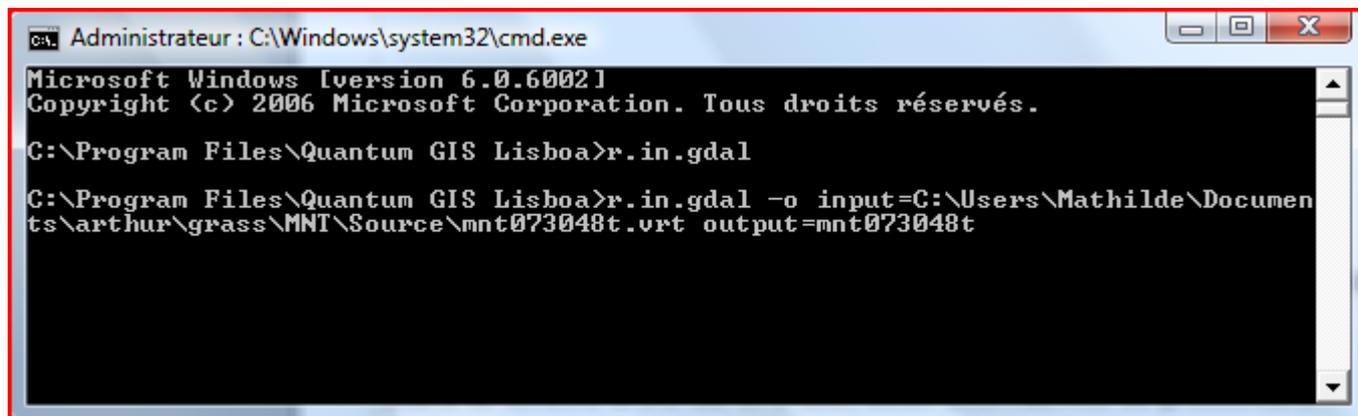


Illustration 4: Fenêtre de paramétrage de la commande *r.in.gdal*

3- Taper la commande avec ses arguments directement dans la fenêtre de commandes SHELL (Illustration 5)



```
Administrateur : C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [version 6.0.6002]
Copyright (c) 2006 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Program Files\Quantum GIS Lisboa>r.in.gdal

C:\Program Files\Quantum GIS Lisboa>r.in.gdal -o input=C:\Users\Mathilde\Documents\arthur\grass\MNT\Source\mnt073048t.vrt output=mnt073048t
```

Illustration 5: Lancement de la fonction grass **r.in.gdal** en ligne de commandes

Ce mode de lancement est réservé aux utilisateurs avertis qui connaissent les arguments des fonctions utilisées.

Dans la suite de ce travail, les différentes opérations sont réalisées en ligne de commande. Toutefois, l'utilisateur peut reproduire aisément le paramétrage des commandes utilisées en ouvrant l'interface de paramétrage comme décrit dans le 1.3.2 - 2.

1.4 - Étude de cas

Dans ce paragraphe sont décrits les traitements à réaliser sur un ensemble de Modèles Numériques de Terrain (MNT) en vue de la détermination du bassins versant du bassin du Gardon d'Anduze (30).

Les points de départ sont 3 dalles MNT (3 fichiers . asc), 3 fichiers de type ascii/grid à la résolution de 25 mètres issus de la base Topo 2008 de l'IGN couvrant les départements de l'Ardèche, du Gard et de la Lozère :

DEPT07.asc

DEPT30.asc

DEPT48.asc

Ces fichiers sont en Lambert 93 (EPSG=2154).

1.4.1 - Étape 0 : Définir, sous QGIS, les propriétés du projet (Ctrl+Shift+P) en dans le système de coordonnées choisi (ici Lambert 93) et activer la Projection à la volée.

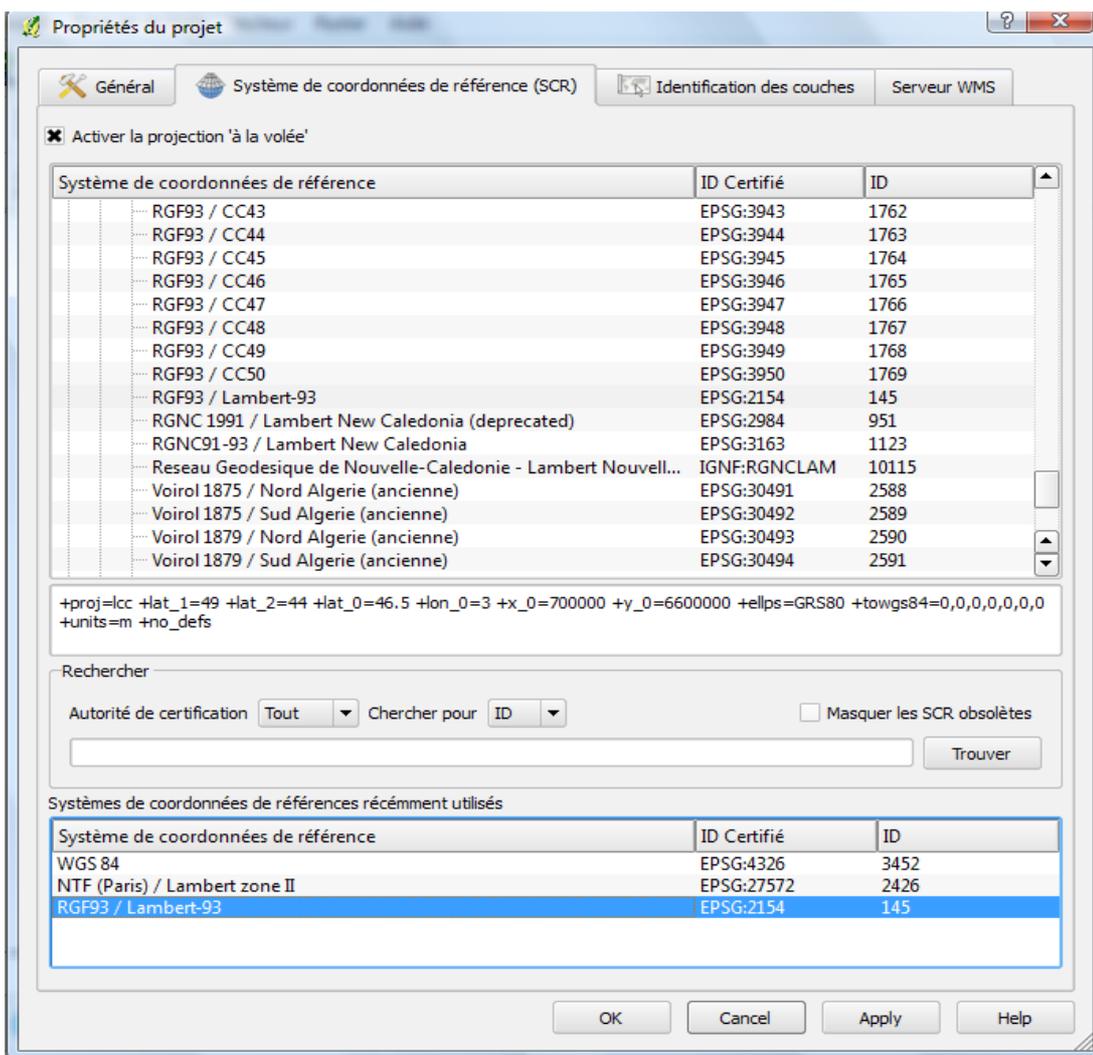


Illustration 6: Définition du système de projection du projet QGIS

Charger les 3 MNT à partir de la fonction Ajout Raster de QGIS.

Afin de visualiser la topographie sur une échelle de couleur autre que grise, déplacer, dans le gestionnaire de couches, le pointeur de la souris sur chacune des couches, cliquez droit, ouvrez les Propriétés des couches et, au lieu de Niveau de Gris, sélectionnez Pseudo-couleurs. Au final, on visualise l'illustration 7 :

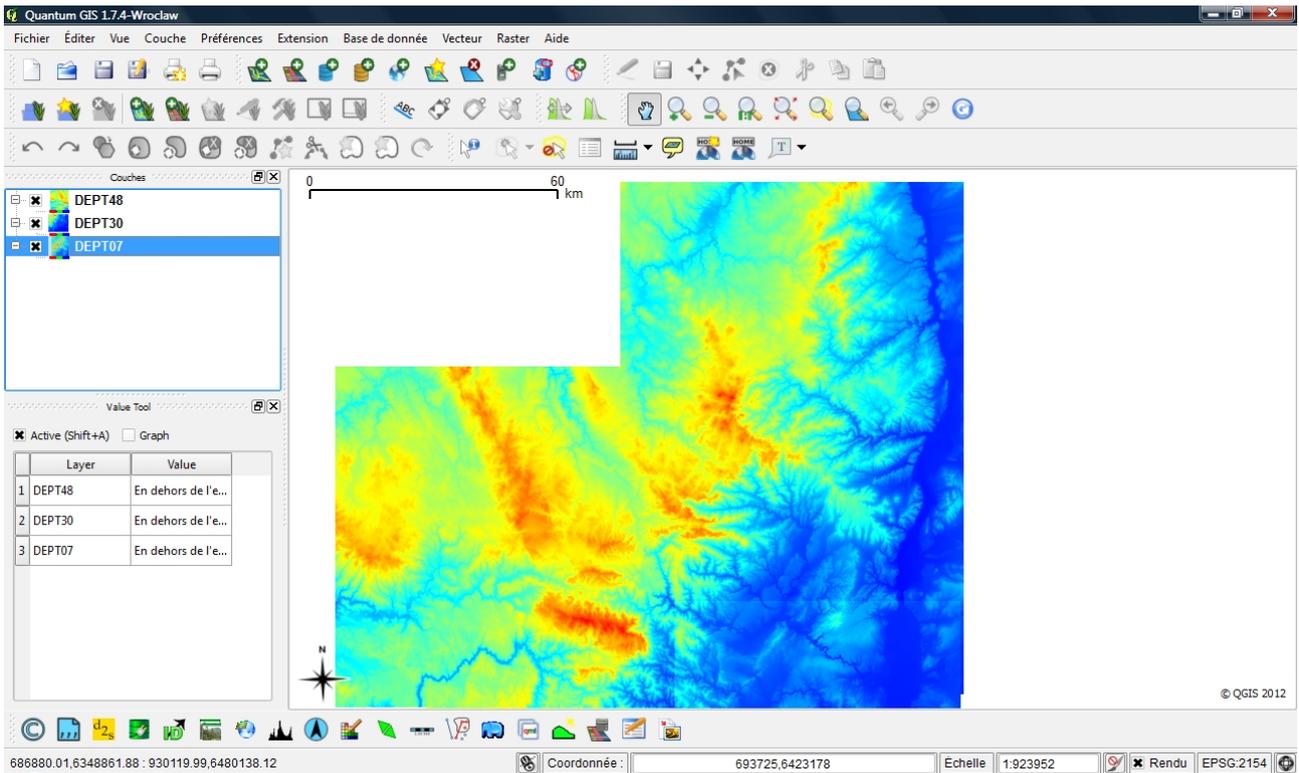


Illustration 7: Visualisation des 3 dalles MNT

Notez les discontinuités de couleur au niveau des zones frontières des MNT, liées au fait que Qgis ajuste automatiquement une échelle de couleur pour chacune des 3 dalles MNT fonction de la distribution des altitudes au niveau de chacune des 3 dalles MNT.

1.4.2 - Étape 1 (optionnelle) : Constitution d'un MNT Virtuel

Afin de faciliter la manipulation des fichiers et dans le cas particulier d'un bassin versant qui serait à cheval sur plusieurs dalles MNT – dalles qui sont souvent fournies à l'échelle départementale-, il peut être intéressant de construire un MNT virtuel ce qui, d'un point de vue de l'utilisateur, présente l'avantage de ne plus à avoir à manipuler qu'un MNT au lieu de 3 initialement.

QGIS : Raster/Divers/Construction d'un Raster Virtuel.

Changer, le cas échéant les options de la fonction dans l'espace de commande. Ici, on veut un fichier avec le même pas en x et en y, à savoir 25 m : c'est pourquoi on a rajouté « à la main » -tr 25 25. Pour les autres options de **gdalbuildvrt**, on se référera à l'aide de cette fonction : des options

intéressantes permettent notamment de construire des MNT virtuels à partir de MNT qui n'ont pas originellement la même taille de maille.

```
gdalbuildvrt -tr 25 25 C:/Users/Arthur/Documents/arthur/grass/MNT/Source/mnt073048.vrt  
C:/Users/Arthur/Documents/arthur/grass/MNT/Source/DEPT07.asc  
C:/Users/Arthur/Documents/arthur/grass/MNT/Source/DEPT30.asc  
C:/Users/Arthur/Documents/arthur/grass/MNT/Source/DEPT48.asc
```

Remarque 1 :
La commande :

```
gdalbuildvrt -tr 25 25 mnt073048 C:/Users/Arthur/Documents/arthur/grass/MNT/Source/\*.asc
```

ne semble pas fonctionner (traitement sur l'ensemble des fichiers d'extension .asc du répertoire).

Remarque 2 :

On remarque, après avoir chargé le raster virtuel dans QGIS (à charger comme un vrai raster), et après avoir chargé une palette de couleurs que les discontinuités dans les couleurs à l'affichage dans QGIS ont disparu.

Remarque 3 :

Un MNT virtuel peut être importé dans GRASS comme un authentique raster...Ce qui tombe plutôt bien !

1.4.3 - Étape 2 : Définition du projet GRASS

GRASS est a priori fourni dans la liste des extensions par défaut dans QGIS 1.7.4. Néanmoins, cette extension n'est pas nécessairement activée. Pour l'activer, aller dans **Extension/Gestionnaires d'Extensions** puis cocher la case GRASS :

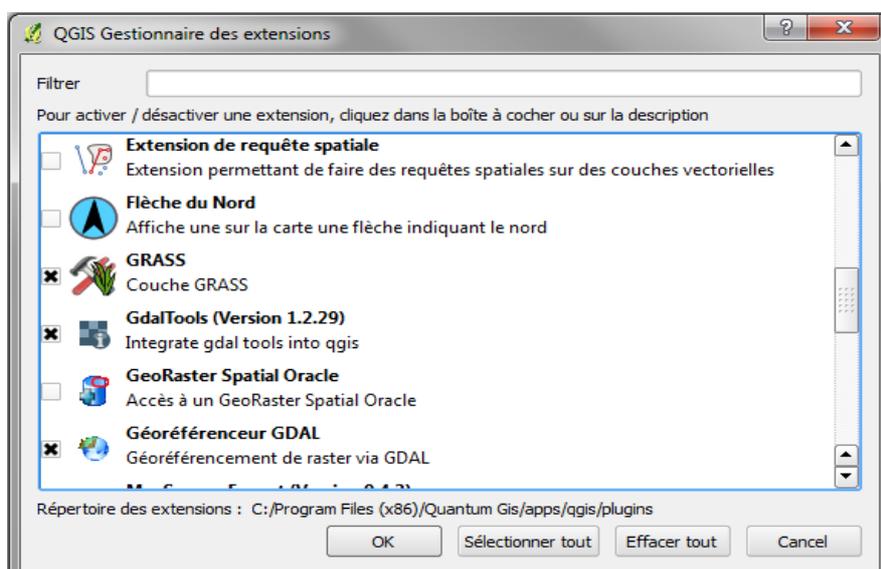


Illustration 8: Chargement de l'extension GRASS

Dans la suite du projet, les traitements sont réalisés à partir du MNT du département du Gard DEPT30.asc. En effet, même si le bassin du Gardon est à cheval sur les départements 30 et 48, la dalle MNT du département du Gard suffit car elle déborde suffisamment pour inclure l'ensemble du bassin du Gardon.

La définition du projet GRASS consiste à définir :

- le répertoire où GRASS stockera les fichiers importés et/ou créés (secteur),
- le système de coordonnées dans lequel l'utilisateur souhaite travailler,
- l'étendue géographique du projet (qui doit inclure l'ensemble des fichiers qui seront importés par la suite par l'utilisateur)

Aller dans le Menu **Extension/GRASS/Nouveau jeu de donnée** (Illustration 9 et Illustration 10).

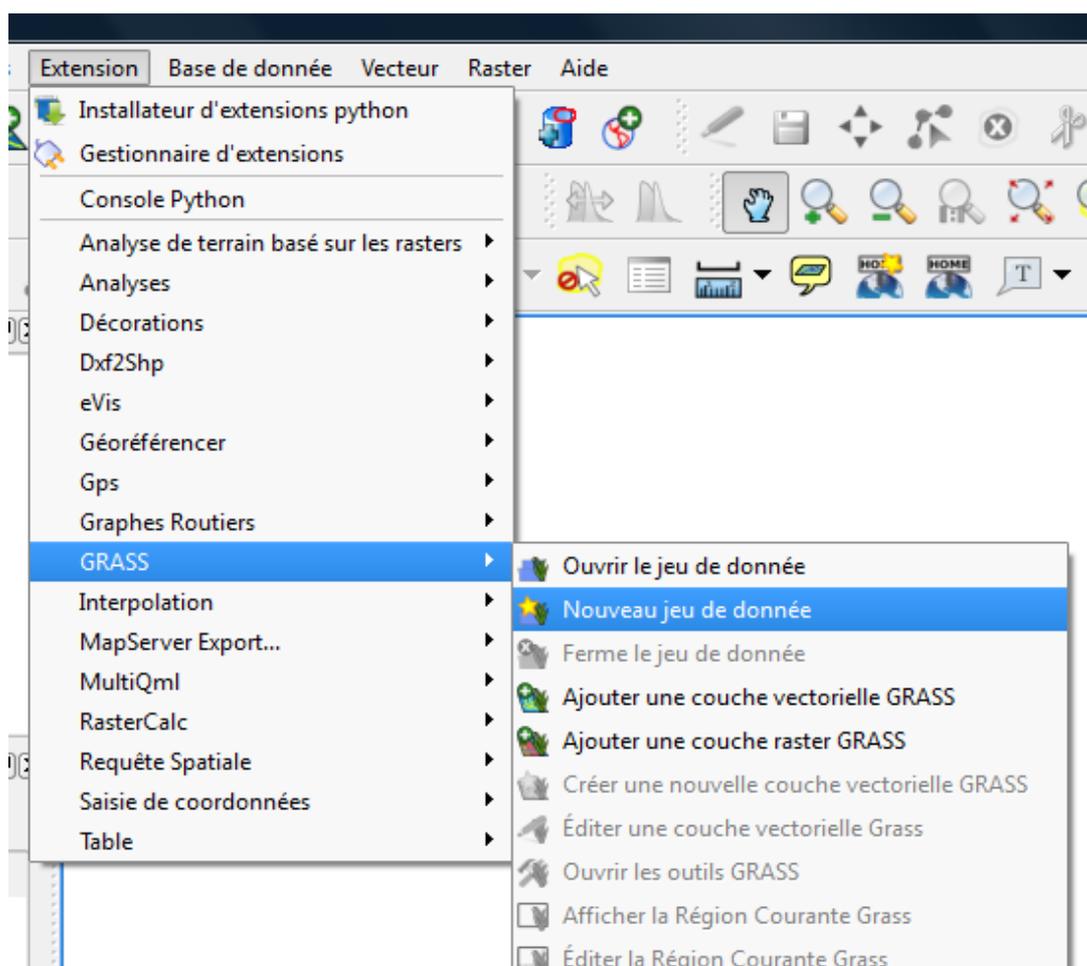


Illustration 9: Définition d'un nouveau jeu de données GRASS

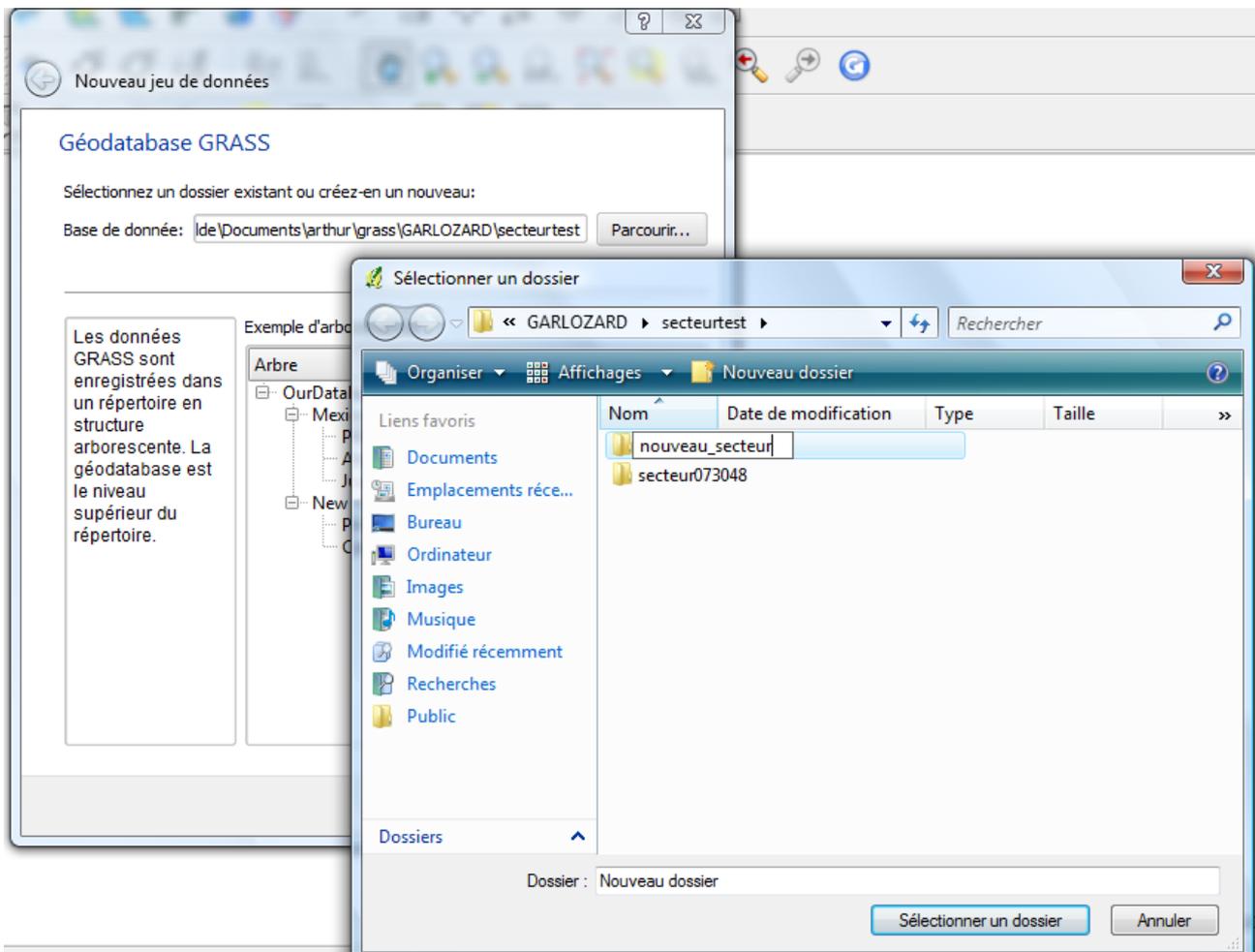


Illustration 10: Définition du secteur de travail

Après avoir cliqué sur **next**, donnez le nom de votre nouveau secteur puis définissez le système de projection du projet GRASS. Choisir le même système de projection que celui des fichiers qui seront importés dans l'environnement GRASS (Illustration 11 et Illustration 12).

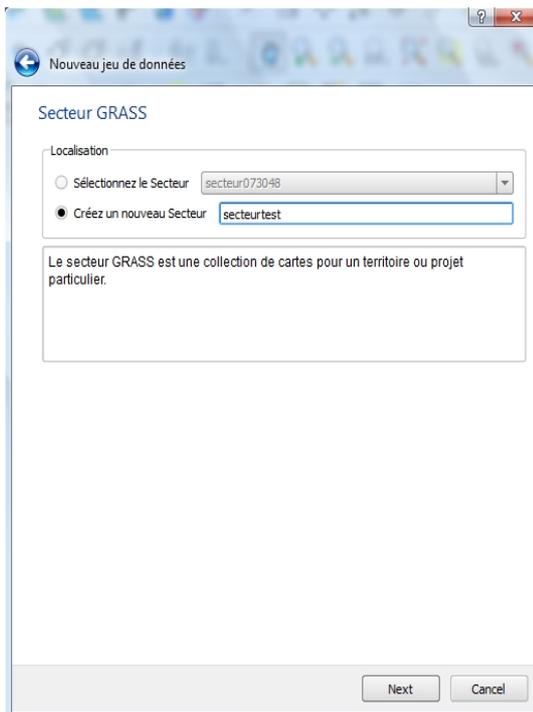


Illustration 12: Définition du nom du secteur

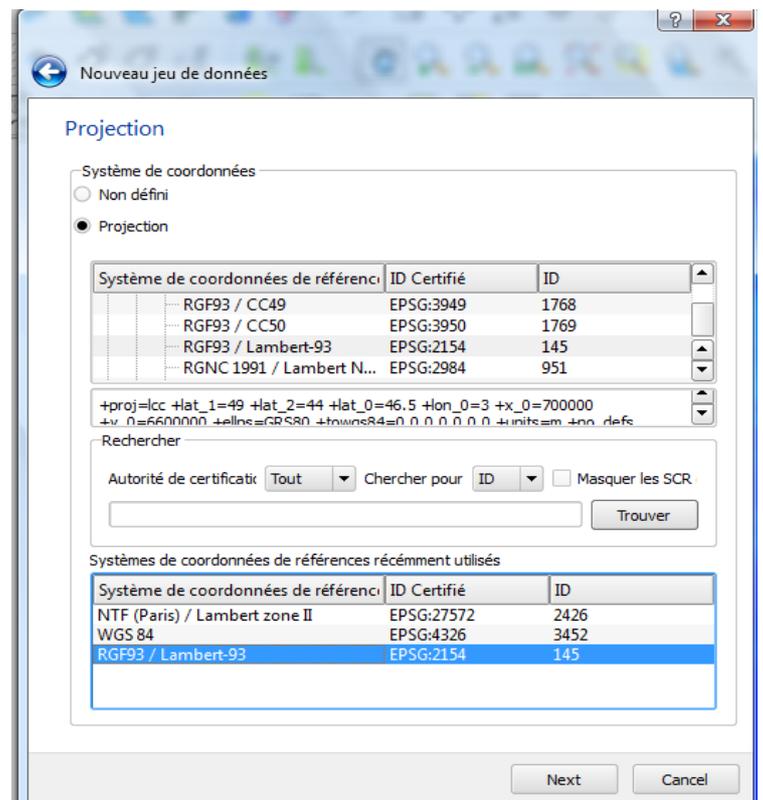


Illustration 11: Définition du système de projection du projet

Choisir le domaine GRASS (Illustration 13). Pour cela, il est préférable (plus simple en tout cas) d'importer l'emprise courant de QGIS. (il est néanmoins important d'avoir chargé au préalable dans QGIS l'ensemble des fichiers nécessaires au traitement ultérieur sous GRASS) . **Dans tous les cas, il faut choisir un domaine qui inclut l'ensemble des fichiers que l'on va traiter par la suite.**

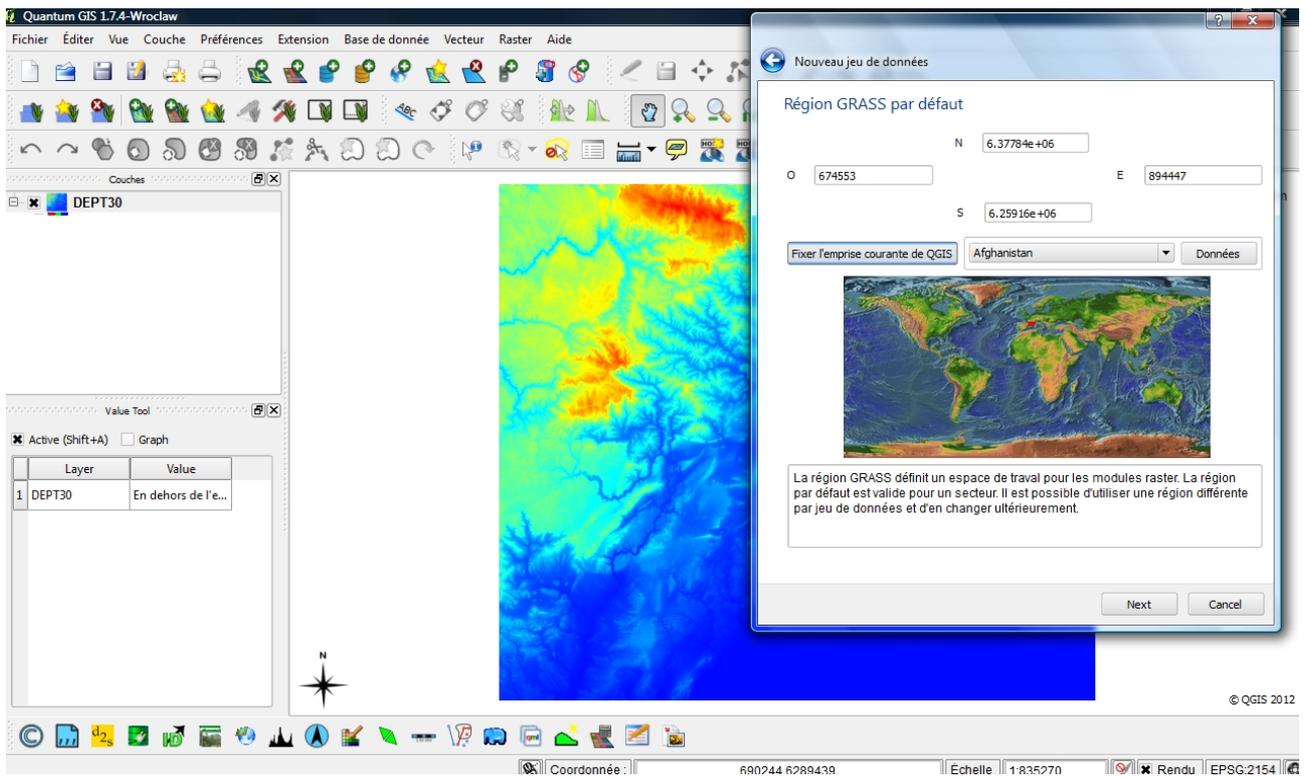


Illustration 13: Choix de l'emprise du domaine GRASS

Définissez le nom du nouveau jeu de données (Illustration 14) :

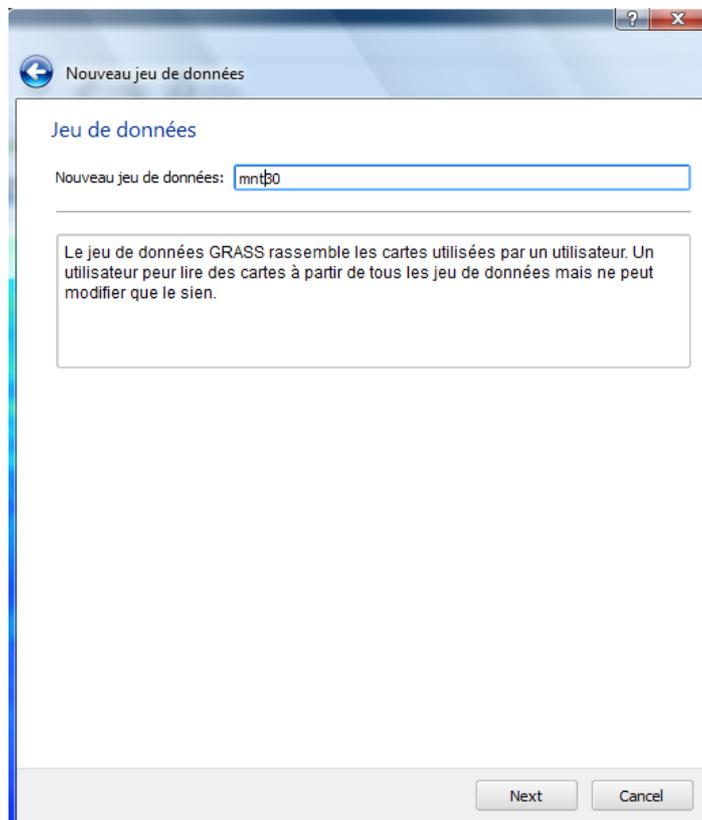


Illustration 14: Définition du nom du jeu de données

Puis terminez (Illustration 15) :

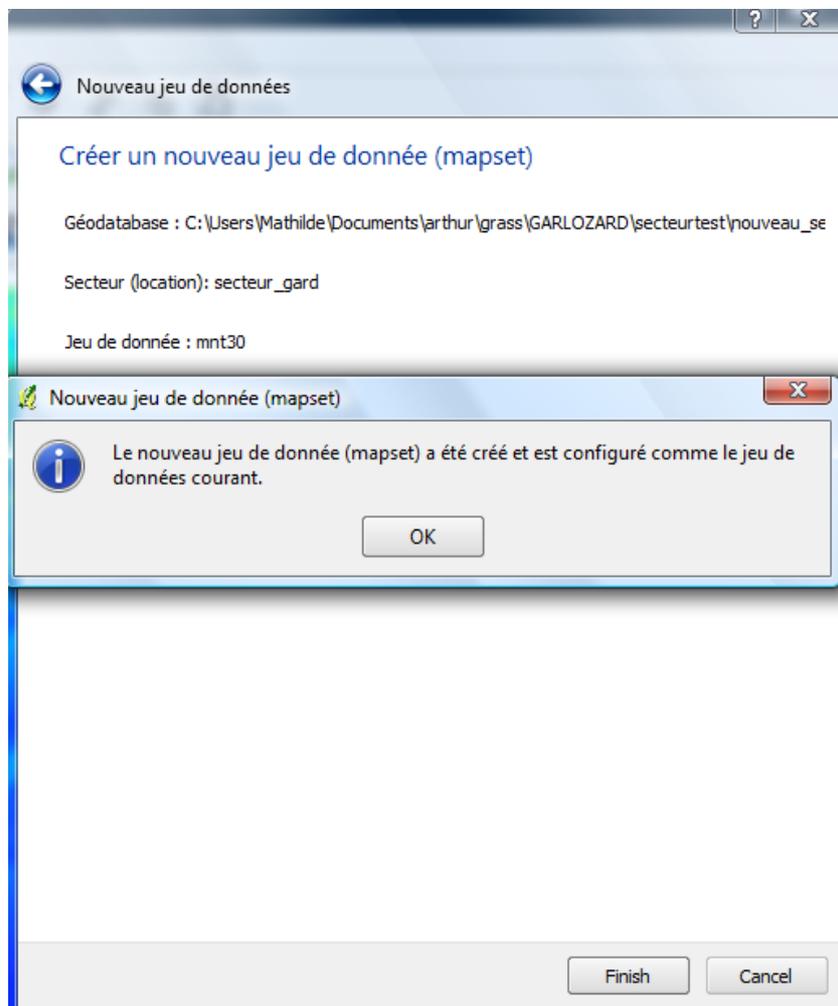


Illustration 15: Fin de la création du jeu de donnée

Une fois cette procédure terminée, ouvrir les outils GRASS et la fenêtre de commandes SHELL comme décrit dans le 1.3.1 - .

1.4.4 - Étape 3 : Import du MNT (réel ou virtuel) dans GRASS

GRASS travaillant avec ses propres formats binaires, il est nécessaire d'importer le MNT (virtuel ou GridASCII) dans l'environnement GRASS.

Dans la fenêtre DOS de GRASS, deux alternatives se présentent :

- soit taper **r.in.gdal** : une interface s'ouvre alors permettant à l'utilisateur de renseigner de manière conviviale les champs et options de cette fonction d'import des rasters.
- soit taper directement :

```
r.in.gdal -o input=C:\Users\Mathilde\Documents\arthur\grass\MNT\Source\mnt073048t.vrt
output=mnt073048t
```

dans la fenêtre DOS

1.4.5 - Etape3 bis : Modification de la taille de la maille du projet grass

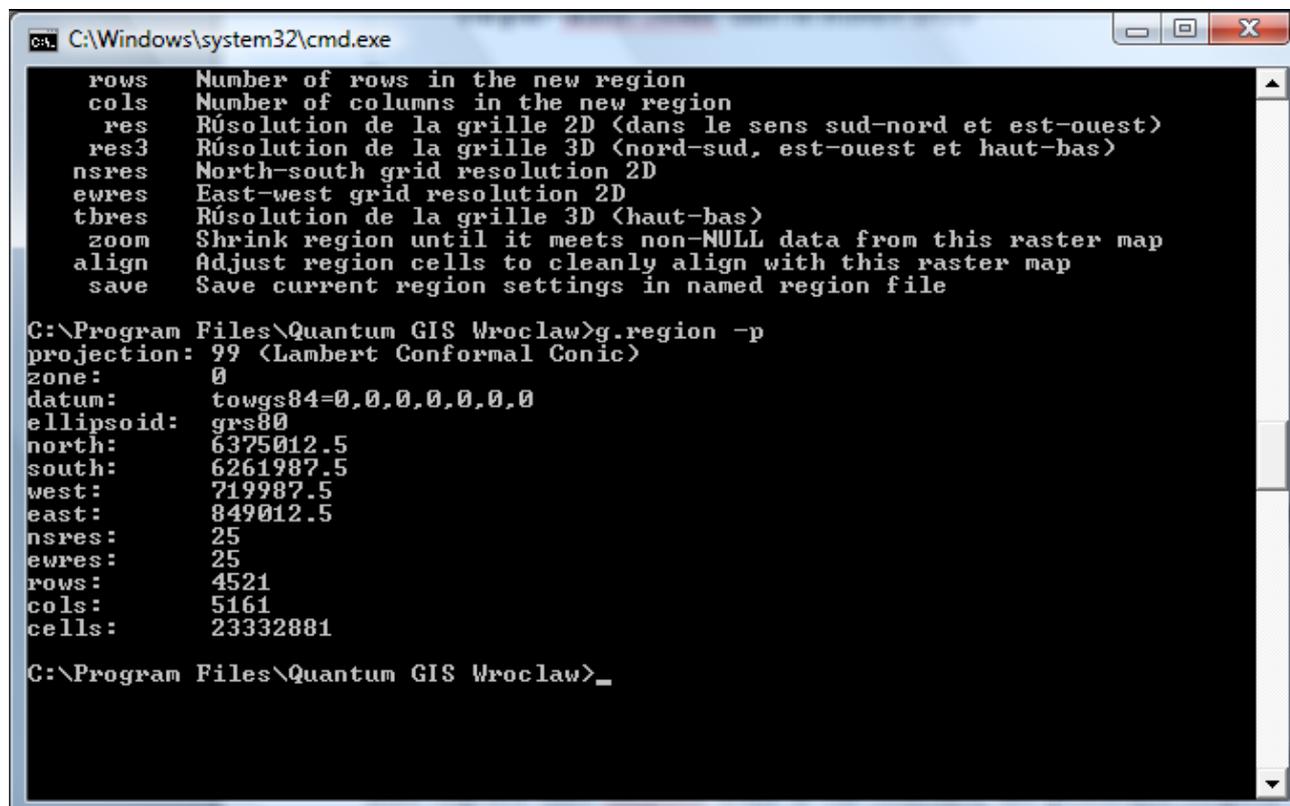
Afin que le projet prenne la taille de la maille du raster sur lequel on travaille, il est nécessaire (indispensable) de lancer la commande suivante :

```
g.region map=mnt073048t -c
```

(ou `g.region rast=DEPT30` si on travaille uniquement avec le MNT 30)

Par ailleurs, Il se peut que le MNT virtuel ainsi importé dans GRASS sorte du domaine défini initialement défini par l'utilisateur (GRASS vous enverra alors un message d'erreur explicite à l'étape suivante). La commande lancée précédemment permet également de redimensionner les dimensions du projet de façon à y inclure entièrement le raster ainsi importé dans GRASS. Dans le cas contraire, des problèmes risquent d'apparaître dans la suite des traitements. Une autre manière de surmonter ce problème est d'appliquer l'option `-e` à la fonction `r.in.gdal` utilisée précédemment.

La commande `g.region -p` (lancée à partir de la fenêtre DOS) permet de vérifier que le projet GRASS a bien pris les dimensions, ainsi que la taille de la maille du raster avec lequel on travaille (Illustration 16).



```
C:\Windows\system32\cmd.exe

rows      Number of rows in the new region
cols      Number of columns in the new region
res       Résolution de la grille 2D (dans le sens sud-nord et est-ouest)
res3      Résolution de la grille 3D (nord-sud, est-ouest et haut-bas)
nsres     North-south grid resolution 2D
ewres     East-west grid resolution 2D
thres     Résolution de la grille 3D (haut-bas)
zoom      Shrink region until it meets non-NULL data from this raster map
align     Adjust region cells to cleanly align with this raster map
save      Save current region settings in named region file

C:\Program Files\Quantum GIS Wroclaw>g.region -p
projection: 99 (Lambert Conformal Conic)
zone:      0
datum:     towgs84=0,0,0,0,0,0,0
ellipsoid: grs80
north:     6375012.5
south:     6261987.5
west:      719987.5
east:      849012.5
nsres:     25
ewres:     25
rows:      4521
cols:      5161
cells:     23332881

C:\Program Files\Quantum GIS Wroclaw>_
```

Illustration 16: Connaître les propriétés de sa région GRASS : `g.region -p`

1.4.6 - Étape 4 : Correction du fichier d'élévation sous GRASS : on enlève les cuvettes.

C'est l'étape la plus importante car elle permet d'avoir un MNT topologiquement propre. Notons que la fonction utilisée ici propose une correction automatique des cuvettes sans présager de leur existence réelle ou pas. Des options de la fonction permettent d'importer, le cas échéant, un fichier contenant des cuvettes réelles (lacs). Elles ne seront pas utilisées ici : on considère que le secteur donc que les cuvettes existantes suite au traitement du MNT n'ont pas d'existence réelle et sont donc liées à la résolution du MNT et/ou à l'algorithme de détermination des directions de drainage.

Dans la fenêtre DOS de GRASS, taper **r.fill.dir** puis, une fois l'interface ouverte

```
r.fill.dir input=mnt073048t elevation=mnt073048c1.elev direction=mnt073048c1.dir
```

L'écran de contrôle de GRASS QGIS indique :

```
(Tue Jun 05 23:19:40 2012)
r.fill.dir          input=mnt073048t@topo          elevation=mnt073048tc1
direction=dir073048tc1
Direction map is D8 resolution, i.e. 45 degrees.
Reading map...
Filling sinks...
Determining flow directions for ambiguous cases...
Downward pass 1
Upward pass 1
Downward pass 2
Upward pass 2
Downward pass 3
Found 9786 unresolved areas
wtrshed pass 1
wtrshed pass 2
wtrshed pass 3
wtrshed pass 4
wtrshed pass 5
Repeat to get the final directions...
Downward pass 1
Upward pass 1
Downward pass 2
Upward pass 2
Downward pass 3
```

```
Upward pass 3
Downward pass 4
Found 744 unresolved areas
(Tue Jun 05 23:20:00 2012) Command finished (19 sec)
```

REMARQUE TRES IMPORTANTE: il faut relancer l'opération autant de fois qu'il restera des dépressions à la fin de l'opération dans l'écran de contrôle (ici 744) en mettant en input le nom du fichier output obtenu au calcul précédent.

Une fois cette étape terminée, on dispose donc d'un Modèle Numérique de Terrain propre topologiquement, c'est-à-dire sans cuvettes et qui est donc utilisable pour tracer des contours de bassin versant.

1.4.7 - Étape 4 bis (facultative) : Surcreusement du Modèle Numérique de Terrain

Il est possible de forcer un modèle numérique de terrain par un fichier vectoriel contenant le réseau « réel » (issu de la couche Carthage par exemple ou d'orthophotos,...). La méthode consiste à surcreuser le MNT sur les pixels qui sont sur le réseau « réel ».

Cela permet de faire coïncider le réseau de drainage déterminé à partir du MNT (points bas du MNT) avec le réseau de drainage « réel ». En effet, on constate souvent un écart (cf Illustration 17) entre les deux, du fait de l'imprécision/résolution du Modèle Numérique de Terrain et/ou du fait que l'hypothèse de détermination des directions d'écoulement le long des lignes de plus grande pente n'est pas valide (cas des zones plates, par exemple).

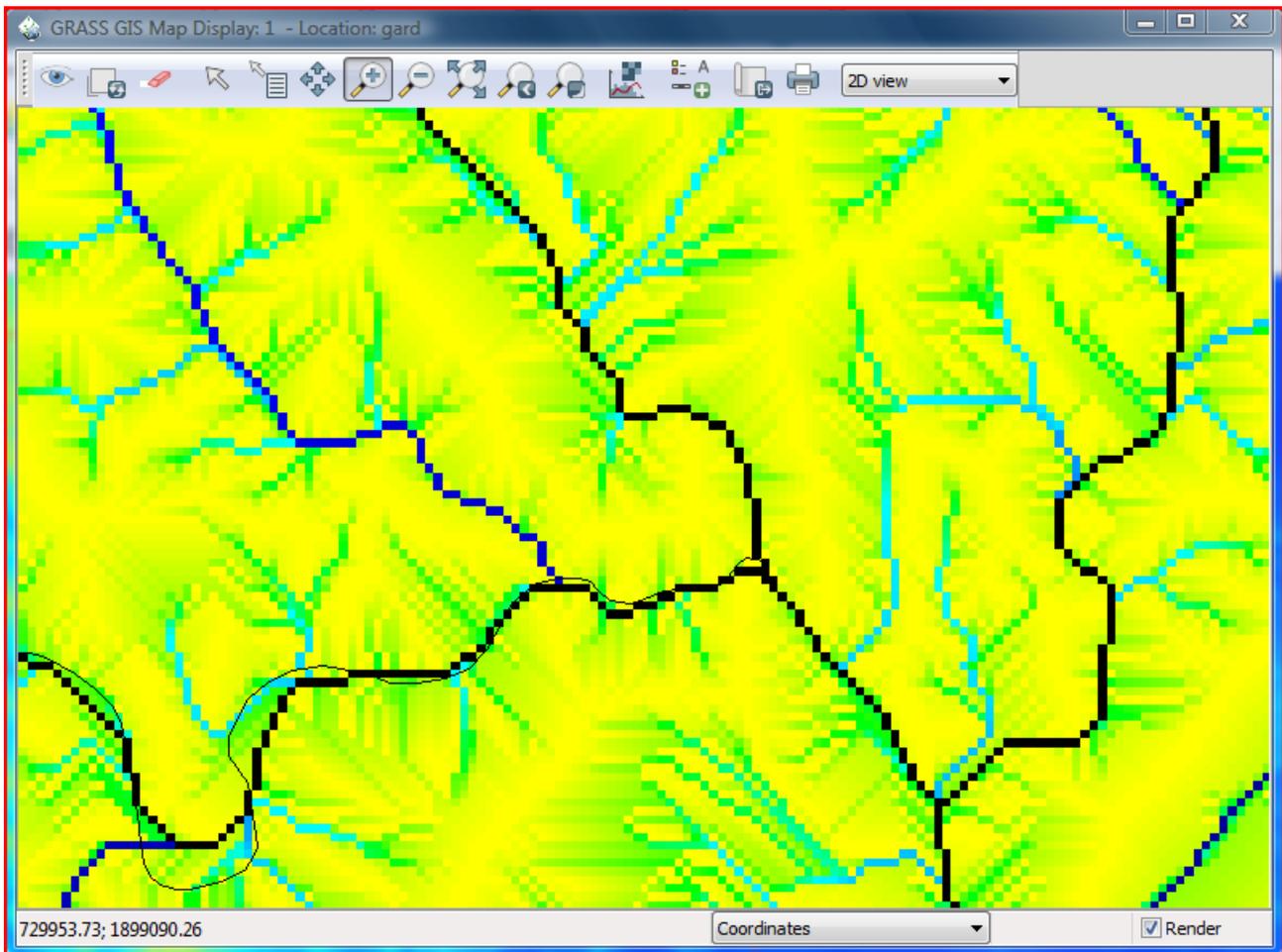


Illustration 17: Exemple de l'écart entre le réseau CARTHAGE (trait plein noir) et le réseau (fichier des accumulations) déterminé à partir du MNT (ligne pixelisée)

Commencez par **importer la couche vecteur dans GRASS** (attention, elle ne doit pas dépasser secteur GRASS sinon l'opération sera rejetée; la découper préalablement dans QGIS donc) avec `v.in.ogr` (dans la mesure où le vecteur est dans un format géré par QGIS)

```
v.in.ogr -r dsn=C:\Users\Arthur\Documents\Travail\ATLAS_BV\GD\gardon_saint_jean.shp
```

Convertir le vecteur en raster (commande `v.to.rast`) en sélectionnant la catégorie val et en fixant la valeur à 50 mètres

```
v.to.rast input="gardonstjean@PERMANENT" layer=1 type="point,line,area" output="gardonstjean_r" use="val" value=50 rows=4096
```

Remplacer les Nodata * par des 0 (commande `r.null`):

```
r.null map="gardonstjean@PERMANENT" null=0
```

Soustraire au MNT ce fichier **gardonstjean_r** pour créer le fichier nommé **mnt_creuse**.

```
C:\Users\Arthur\Documents\Travail\ATLAS_BV\GD>r.mapcalc
Enter expressions, "end" when done.
mapcalc> mnt_creuse = mntgard - gardonstjean_r
mapcalc> exit
```

Attention : cela marche car l'altitude de la maille minimale du bloc MNT considéré est supérieure à 50 mètres. Si ce n'est pas le cas, relever, avec r.mapcalc le MNT initial de 50 mètres, avant de lui soustraire le fichier gardonstjean_r.

En appliquant la même chaîne de traitement de l'étape 4 (r.fill.dir) sur ce fichier mnt_creuse, on arrive au fichier des accumulations suivant (Illustration 18) :

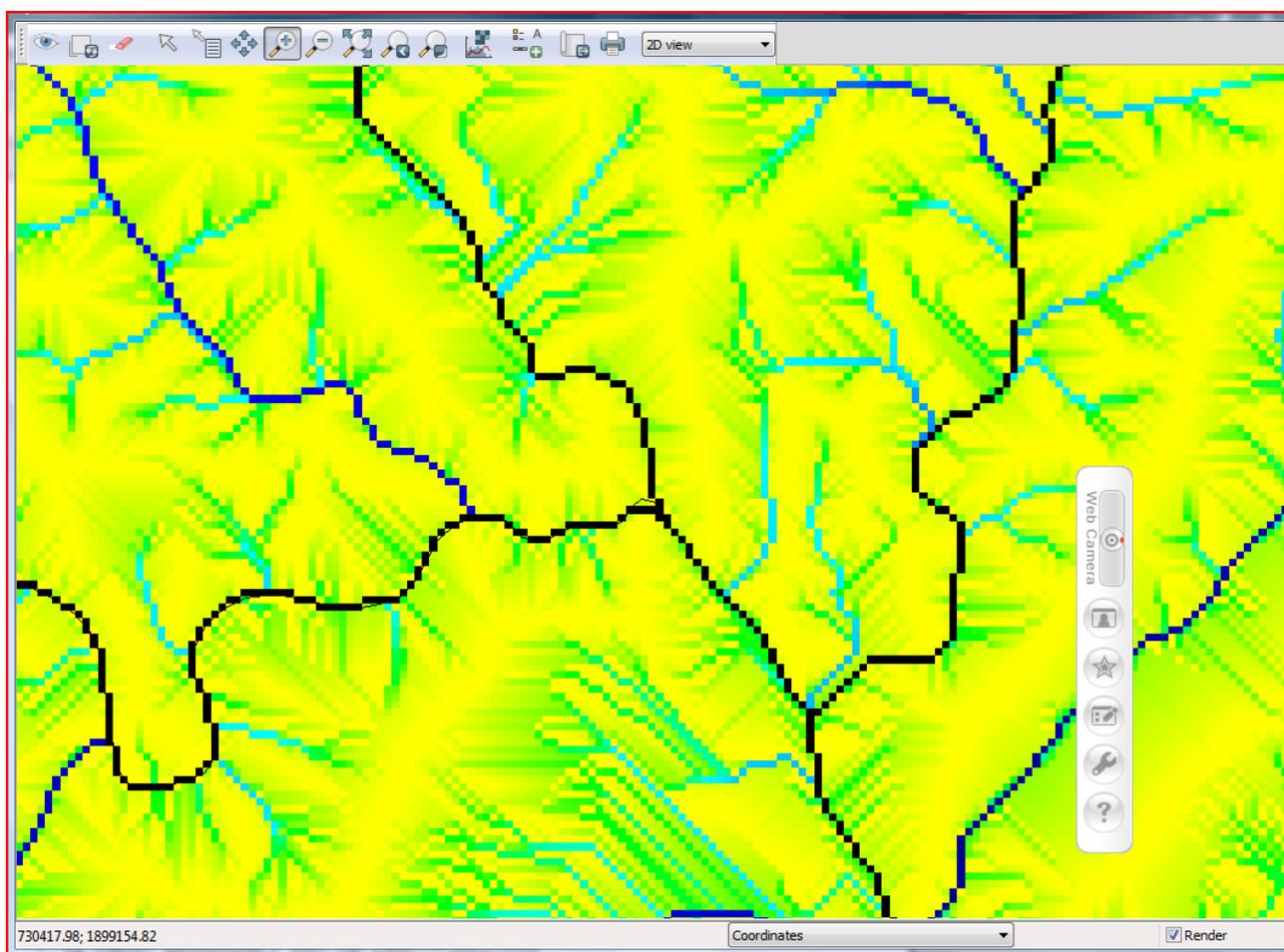


Illustration 18: Réseau théorique et réseau CARTHAGE sont pratiquement confondus après traitement

On constate que le réseau de drainage est beaucoup plus proche du réseau donné par Carthage, ce qui veut dire qu'on arrive à faire couler le MNT dans le réseau de drainage réel.

ATTENTION : le fichier d'élévation ainsi créé ne doit pas être utilisé ensuite pour la calcul des pentes : le calcul sera faussé puisqu'on a modifié les altitudes du MNT original !!

1.4.8 - Étape 5: détermination des bassins versants

Avant de déterminer les limites d'un bassin versant, il est nécessaire de déterminer le fichier des superficies drainées ou accumulation. Pour cela, utiliser la fonction `r.watershed`. Le MNT à donner en entrée est le MNT corrigé à l'étape précédente au bout des `x` itérations de la fonction `r.fill.dir` (dans le cas du MNT du Gard, il aura fallu 4 itérations pour supprimer toutes les dépressions).

```
r.watershed --overwrite elevation=mnt30c4b@mnt30 accumulation=accum30def@mnt30
drainage=dir30def memory=500
```

ATTENTION : EXTRAIRE EGALEMENT ICI LE FICHIER DES DIRECTIONS DE DRAINAGE QUI SERA A METTRE EN ENTREE DE R.WATER.OUTLET

Ensuite, on utilise la fonction `r.out.gdal` pour exporter le fichier **accum30** du monde GRASS vers le monde de QGIS. On nomme le fichier de sortie **accum30.asc**.

On importe ce fichier raster ainsi créé sous QGIS. Dans les propriétés de la couche, on lui donne une échelle de couleur en pseudo-couleurs. On obtient la carte suivante (Illustration 19) :

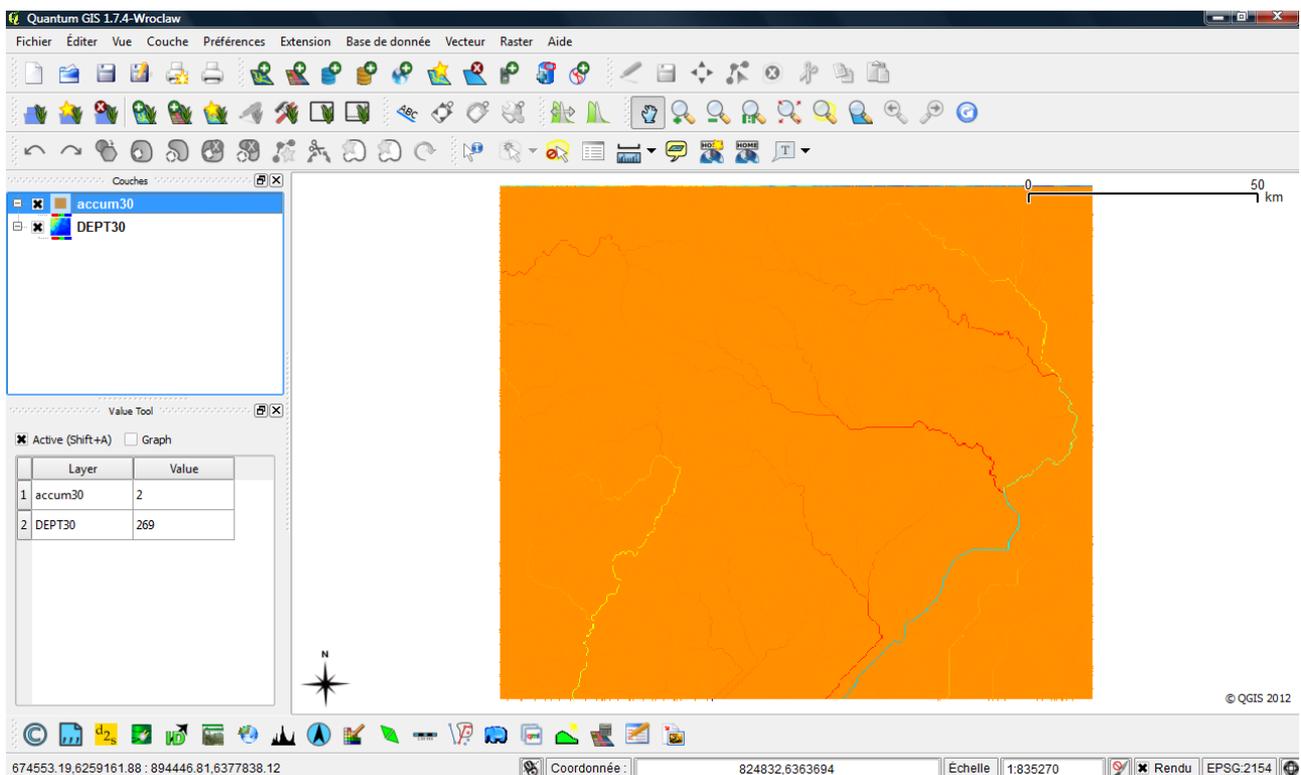


Illustration 19: Fichier des accumulations visualisés sous QGIS

Les zones de fortes superficies drainées se distinguent à l'affichage. On peut modifier à l'affichage ce réseau théorique en changeant l'échelle de couleurs dans la palette de couleurs.

Dans **Propriétés de la Couche/Style/Palette de Couleurs**, sélectionner « Palette de couleurs » à la place de « Pseudo-couleurs ». Dans le menu « Palettes de couleur », on peut aller définir une classe de couleurs qui met en relief les pixels qui drainent plus de 1 km² soit 1600 mailles avec un MNT de taille de maille 25 mètres (Illustration 20).

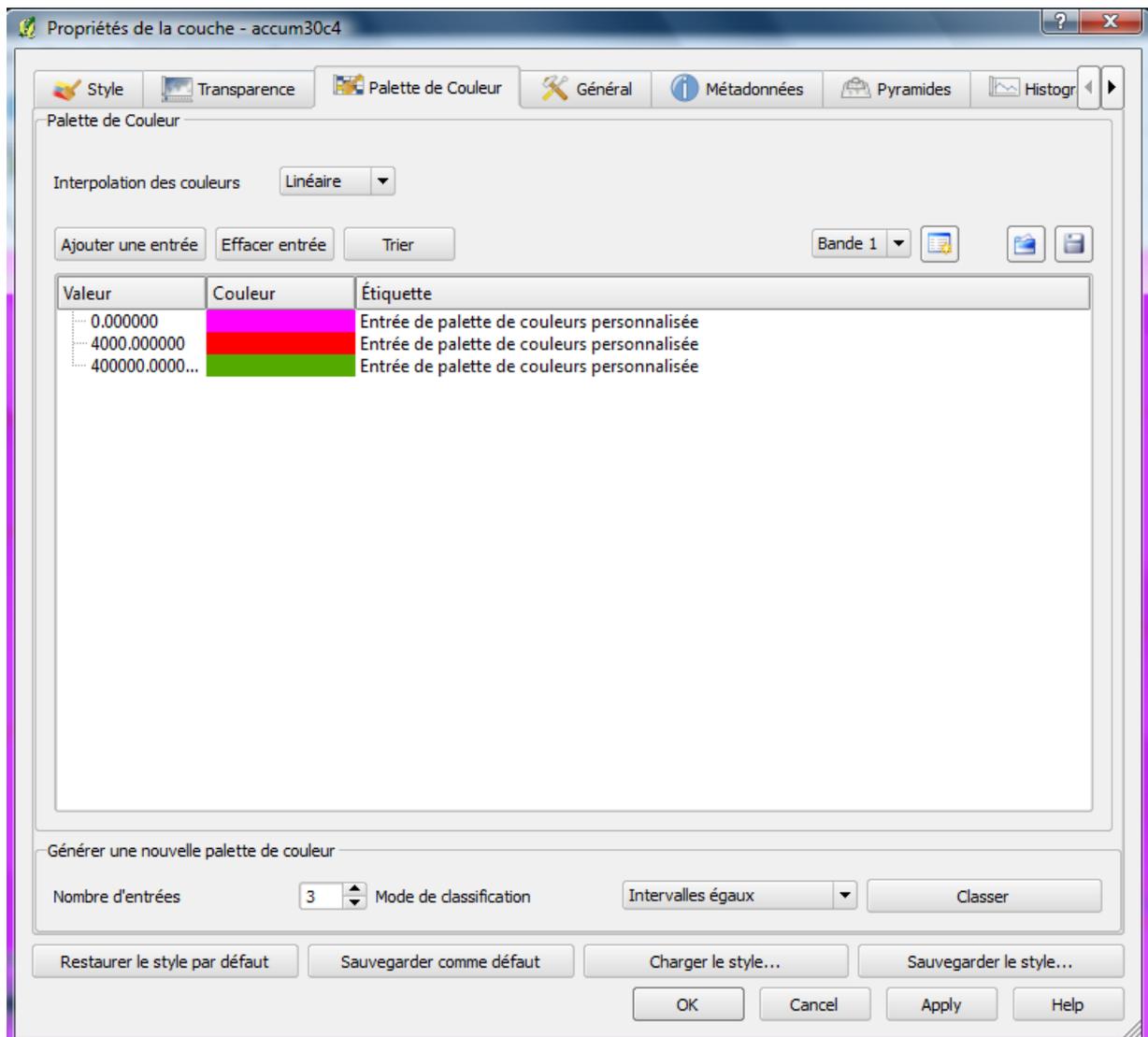


Illustration 20: Exemple de palette de couleurs

Enfin, on utilisera la commande :

r.water.outlet -m drainage=dir30c4 basin=anduzebas easting=779300 northing=6328475

en ayant pris soin que la coordonnée de l'exutoire que l'on donne se situe sur le réseau de drainage théorique déterminé à partir du Modèle Numérique de Terrain propre. Pour cela, visualiser ([r.out.gdal](#)) le fichier d'accumulation créé sous QGIS et déterminer la coordonnée du point sur réseau de drainage qui se rapproche le plus de la coordonnée réelle :

Remarque : l'option -m est à préconiser si on travaille avec des gros fichiers et dans le cas où on dispose d'un ordinateur multi-processeurs.



**Ministère de l'Écologie
du développement durable et de l'Énergie**

Secrétariat général
Tour Pascal A
92055 La Défense cedex
Tél. : 01 40 81 21 22

