

Initiation au logiciel QGIS 3

Partie 5

Cyril Bernard (cyril.bernard@cefe.cnrs.fr)

CEFE – CNRS (UMR 5175)

Montpellier 2020



CENTRE D'ÉCOLOGIE
FONCTIONNELLE
& ÉVOLUTIVE

Sommaire de la 3^{ème} partie

1. Généralités sur les formats raster
2. Traitements sur les fichiers raster avec QGIS





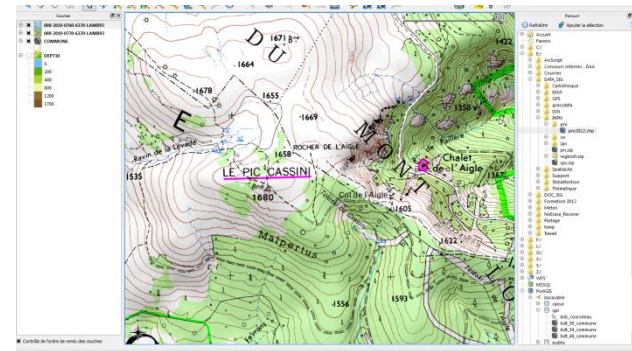
Formation QGIS

GÉNÉRALITÉS SUR LES FORMATS RASTER

Rappel : les formats de fichier raster

- Les formats de raster gérés dans QGIS sont les formats gérés par GDAL :
<https://gdal.org/drivers/raster/index.html>
 - ▶ GDAL version 3 dans QGIS 3.10
- Le format **GeoTIFF** (short name: GTiff, extension .tif) est le plus universel. C'est un conteneur dans lequel les données peuvent être organisées de manière très diverses
 - ▶ Sans compression, ou avec compression (différents algorithmes : LZW, Packbits, Deflate, JPEG)
 - ▶ En savoir plus : <https://kokoalberti.com/articles/geotiff-compression-optimization-guide/>
- Le format Arc/Info **ASCII Grid** (short name: AAIGrid, extension .asc) peut être ouvert dans un éditeur de texte. C'est un format d'échange compatible avec de nombreux logiciels.
- Le format ERDAS **JPEG2000** (short name: JP2ECW, extension .jp2) est très utilisé pour les orthophotos et les images satellites
 - ▶ Exemples : IGN BD ORTHO, IGN SCAN25, dalles Sentinel-2 Copernicus

Les formats **GeoTIFF** et **JPEG2000** peuvent contenir plusieurs bandes (par exemple 4 canaux R, G, B, NIR dans une image satellite). Alors que le format **ASCII Grid** ne contient qu'1 seule bande.

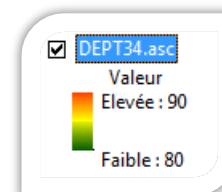
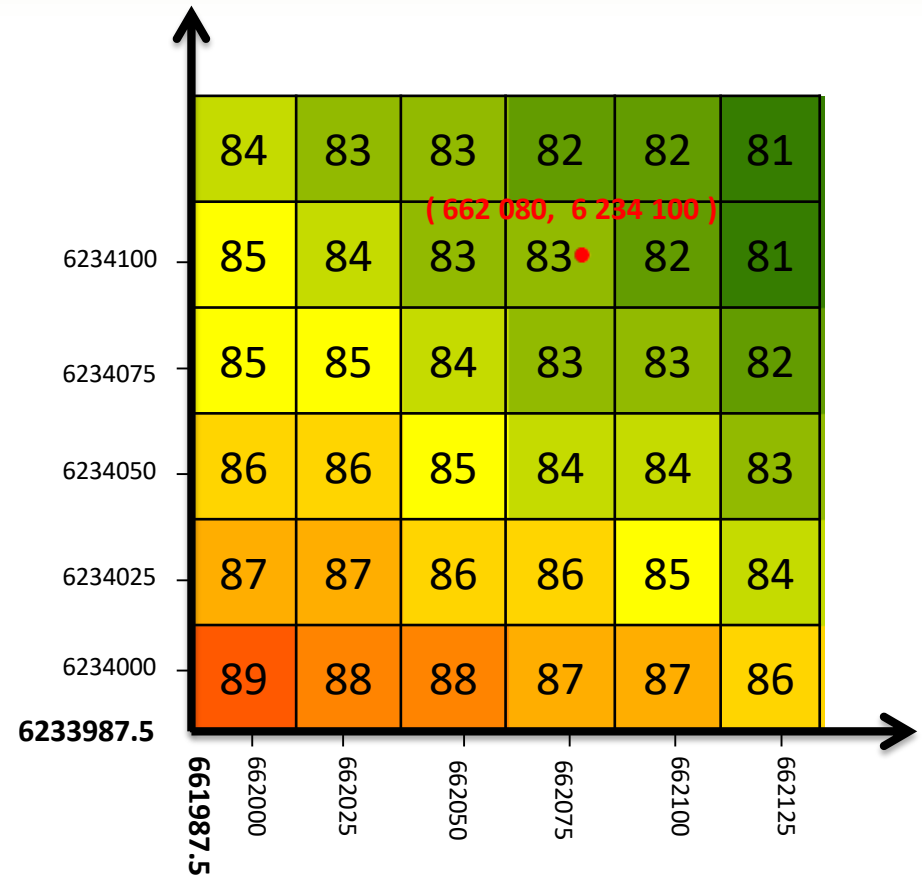


Rappel : le géoréférencement des données raster

- L'entête du fichier contient des infos de géoréférencement
 - ▶ Coordonnée du coin en bas à gauche (lower left corner)
 - ▶ Taille du pixel en unités terrain
- Exemple du format ESRI ASCII grid

ncols	5401
nrows	3481
xllcorner	661987.50
yllcorner	6233987.50
cellsize	25.00
NODATA_value	-9999

← xmin
← ymin
← res



Rappel : types numériques

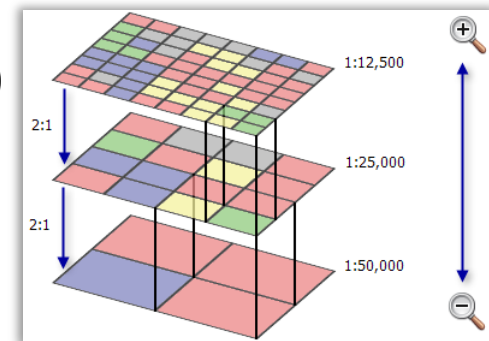
- Les rasters sont des grilles de valeurs numériques
- Chaque pixel est codé sur 1 octet, ou 2, ou 4, ou 8
 - ▶ Pour les nombres **entiers** : *Byte*, *Int16*, *UInt16*, *Int32*, *UInt32*
 - ▶ Pour les nombres **décimaux** : généralement *Float32*, ou *Float64* si besoin
 - ▶ Pour les **booléens**, FALSE / TRUE sont codés comme des entiers 0 / 1 (*Byte*)

GDAL Type	C++ type name	Bytes	Range of Values
Byte	char	1	0 to 255
Int16	short	2	-32,768 to 32,767
UInt16	unsigned short	2	0 to 65,535
Int32	int	4	-2,147,483,648 to 2,147,483,647
UInt32	unsigned int	4	0 to 4,294,967,295
Float32	float	4	3.4E +/- 38 (7 digits)
Float64	double	8	1.7E +/- 308 (15 digits)



Rappel : informations complémentaires

- Dans un raster, une valeur numérique est choisie pour représenter « l'absence de données » : c'est la **NoData value** qui est généralement affichée en transparent
 - ▶ Exemple : dans la BD ALTI IGN, -9999 = absence de données
- Certains formats de fichier peuvent contenir des **statistiques pré-calculées**
 - ▶ Exemple : valeur min, max, moyenne pour chaque bande
 - ▶ Les stats sont généralement calculées sur initiative du créateur/utilisateur
- Certains formats permettent l'enregistrement de **pyramides raster** (images pré-calculées à différentes échelles pour accélérer l'affichage)
 - ▶ Les pyramides sont généralement calculées sur initiative de l'utilisateur



Copyright ESRI





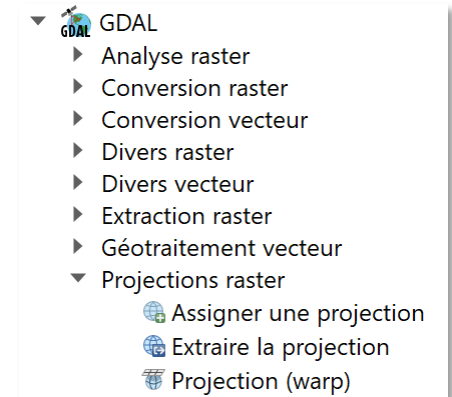
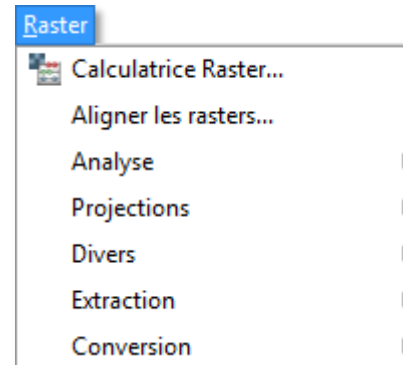
Formation QGIS

TRAITEMENTS RASTER

Le menu Raster

Les utilitaires GDAL

- Tous les outils (ou presque) du menu **Raster** font appel aux **utilitaires GDAL**
 - Voir <https://gdal.org/programs/index.html> pour connaître toutes les options disponibles
- Ces outils se trouvent également dans la **boîte à outil de traitement : GDAL**



Les utilitaires GDAL peuvent être lancés depuis l'invite de commandes **OSGEO4W Shell**, ou le terminal sous Linux.

Pour l'utilisation en ligne de commande, voir l'aide en ligne :

<https://gdal.org/programs/index.html>

```
OSGeo4W
F:\DATA_SIG>cd OcsOL
F:\DATA_SIG\OcsOL>gdalinfo ..\IGN\BDALTI25\DEPT34.asc
Driver: AAIGrid/Arc/Info ASCII Grid
Files: ..\IGN\BDALTI25\DEPT34.asc
Size is 5401, 3481
Coordinate System is ''
Origin = (661987.500000000000000,6321012.500000000000000)
Pixel Size = (25.000000000000000,-25.000000000000000)
Corner Coordinates:
Upper Left ( 661987.500, 6321012.500)
Lower Left ( 661987.500, 6233987.500)
Upper Right ( 797012.500, 6321012.500)
Lower Right ( 797012.500, 6233987.500)
Center ( 729500.000, 6277500.000)
Band 1 Block=5401x1 Type=Int32, ColorInterp=Undefined
NoData Value=-9999
F:\DATA_SIG\OcsOL>gdal_rasterize -a NIU3_06 -a_nodata -9999 -init -9999 -a_srs EPSG:2154 -te 661987.5 6233987.5 797012.5 6321012.5 -tr 25 25 -ot Int16 U1_1_OCSOL_34_POLY_2006\U1_1_OCSOL_34_POLY_2006.shp U1_1_OcsOL_34_2006.tif
0...10...20...30...40...50...60...70...80...90...100 - done.
F:\DATA_SIG\OcsOL>
```

Outils GDAL les plus utilisés : commandes, et équivalent dans QGIS

- **gdalinfo** = *Information raster*
 - ▶ Tout savoir sur un raster (résolution, étendue, SRS)
- **gdal_translate** = *Convertir*
 - ▶ Convertir un raster d'un format à un autre (exemple : .asc en .tif)
 - ▶ Extraire une partie du raster
- **gdalwarp** = *Projection (warp)*
 - ▶ Convertir dans un autre système de coordonnées
 - ▶ Géoréférencer à partir d'une liste de GCPs
- **gdal_rasterize** = *Rastérisation*
 - ▶ Rastériser un shapefile



GDAL

- ▶ Analyse raster
- ▼ Conversion raster
 - Convertir **gdal_translate**
 - gdal2xyz
 - PCT vers RVB
 - Polygoniser (Raster vers Vecteur)
 - Réordonner les bandes
 - RVB vers PCT
- ▼ Conversion vecteur
 - Conversion de format **gdal_rasterize**
 - Rastérisation (vecteur vers raster)
 - Rastériser (remplacement avec attribut)
 - Rastériser (remplacement avec valeur fixe)
- ▼ Divers raster
 - Calculatrice Raster
 - Construire des aperçus (pyramides)
 - Construire un raster virtuel
 - Fusionner **gdal_merge**
 - gdal2tiles
 - Index des tuiles
 - Information raster **gdalinfo**
 - Pansharping
 - Retile
- ▶ Divers vecteur
- ▶ Extraction raster
- ▶ Géotraitement vecteur
- ▼ Projections raster
 - Assigner une projection
 - Extraire la projection
 - Projection (warp) **gdalwarp**

Analyses en mode raster

- La **calculatrice Raster** : outil puissant, mais exigeant pour la préparation des données !
- La calculatrice permet de combiner **différents rasters**, ou les **bandes d'1 même raster**
- Opérateurs **booléens** (0/1), ou opérateurs **arithmétiques**

MNT.tif

84	83	83	82	82	81
85	84	83	83	82	81
85	85	84	83	83	82
86	86	85	84	84	83
87	87	86	86	85	84
89	88	88	87	87	86

OCSOL.tif

311	311	311	311	311	321
311	311	311	311	321	321
311	311	311	312	321	321
311	311	312	312	321	321
311	311	312	312	321	321
311	311	312	312	321	321

MNT.tif > 85 ET OCSOL.tif=311

F	F	F	F	F	F
V	F	F	F	F	F
V	V	F	F	F	F
V	V	F	F	F	F
V	V	F	F	F	F
V	V	F	F	F	F

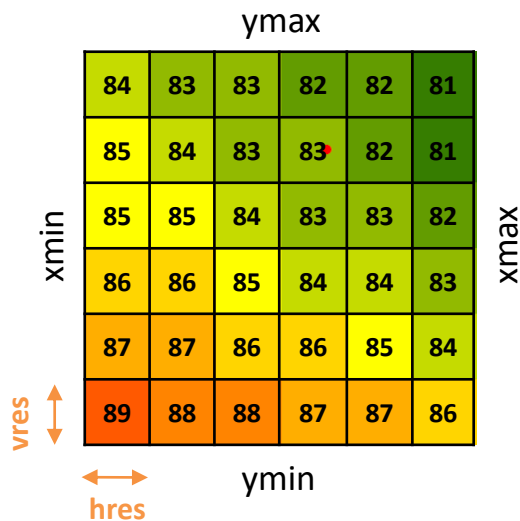


Analyses en mode raster

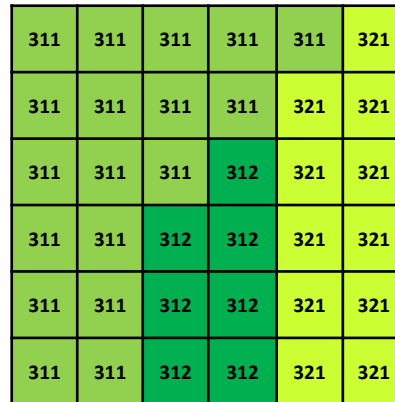
- Les rasters en entrée doivent avoir la **même résolution** (horizontale et verticale)
- Les rasters en entrée doivent **être alignés** (étendue du raster : xmin, ymin, xmax, ymax)

Remarque : dans le logiciel Grass 7, on définit 1 fois une région (étendue + résolution) qui est ensuite appliqué à tous les outils. Dans QGIS, il faut redéfinir la région à chaque fois.

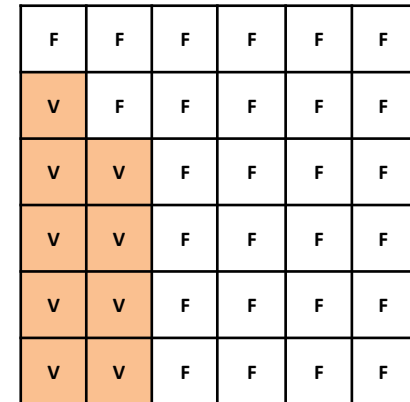
MNT.tif



OCSOL.tif

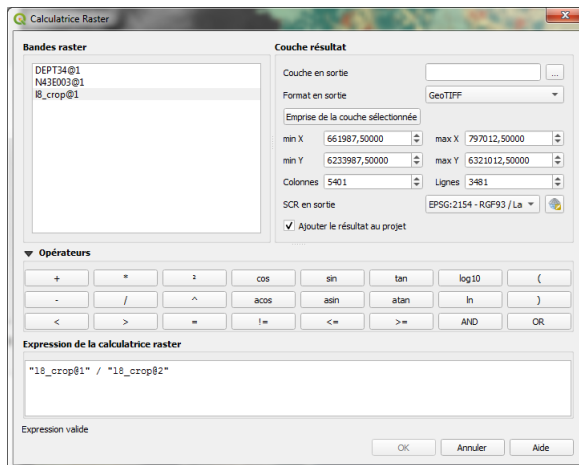


MNT.tif > 85 ET OCSOL.tif=311



La calculatrice Raster

- Menu *Raster / Calculatrice raster*
- Désignation des couches : "**couche@nbande**" (numéro de bande, 1 par défaut)
- Opérateurs arithmétiques, logiques, comparaison, fonctions trigo...
- Résultat du calcul dans un nouveau fichier
 - ▶ Format par défaut GeoTIFF, type Float32



Exemples d'expressions dans la calculatrice raster

* Calculer valeur NDVI pour **IMG**, une image Landsat avec Bande4=Rouge et Bande5=ProcheIR

$$(IMG@5 - IMG@4) / (IMG@5 + IMG@4)$$

> Les pixels dans le raster en sortie auront une valeur comprise entre -1 et 1

* Rechercher les pixels orientés entre 135° (SE) et 225° (SW) dans **Expo**, un raster avec l'orientation du terrain

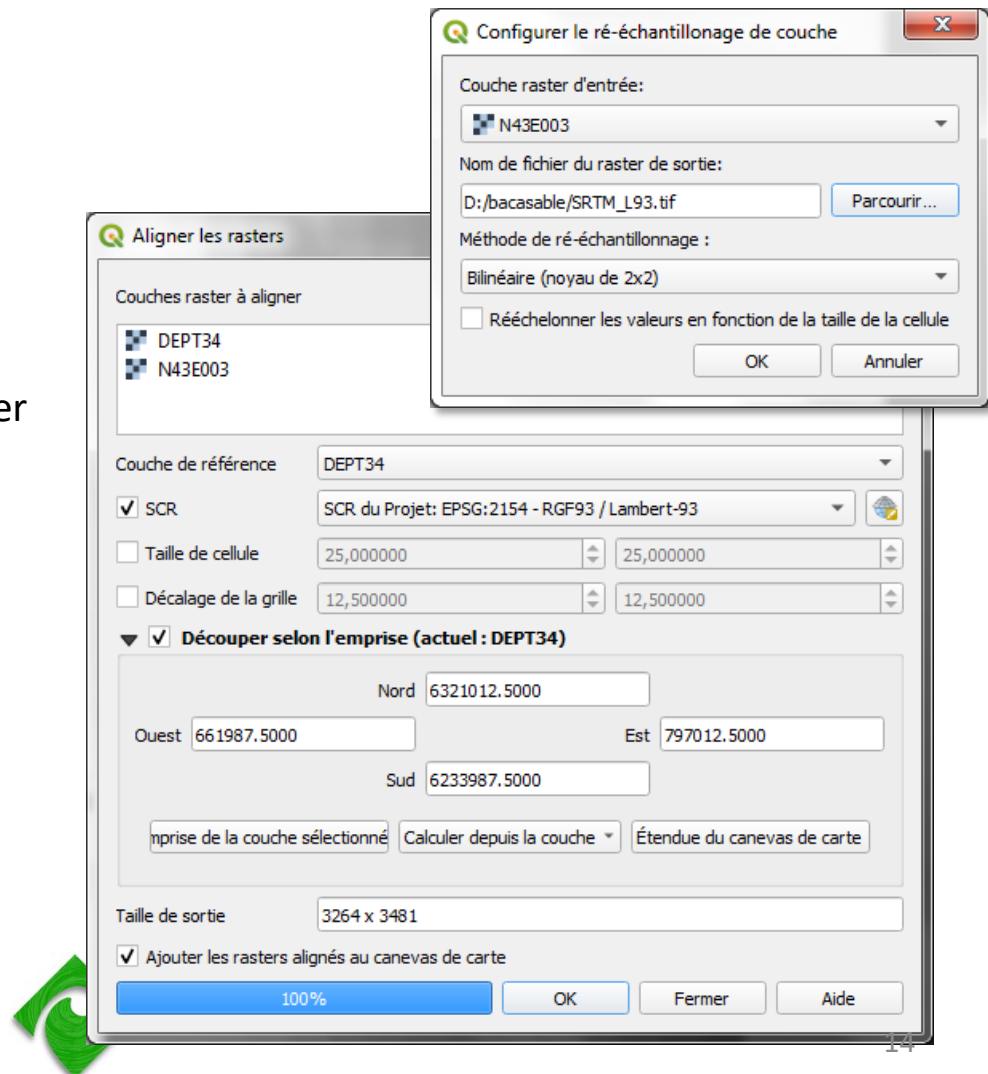
$$Expo@1 \geq 135 \text{ AND } Expo@1 \leq 225$$

> Les pixels dans le raster en sortie auront une valeur de 0 (faux) ou 1 (vrai)



Aligner des rasters

- Permet d'obtenir des rasters homogènes
 - ▶ Même SCR, même résolution, même alignement des pixels et même étendue
- Indiquer la **liste des couches à aligner** (y compris la couche de référence)
- Pour chaque raster à transformer, préciser la **méthode de rééchantillonnage**
- Indiquer la **couche de référence**



Aligner des rasters avec gdalwarp

- Les paramètres de la commande sont les suivants :

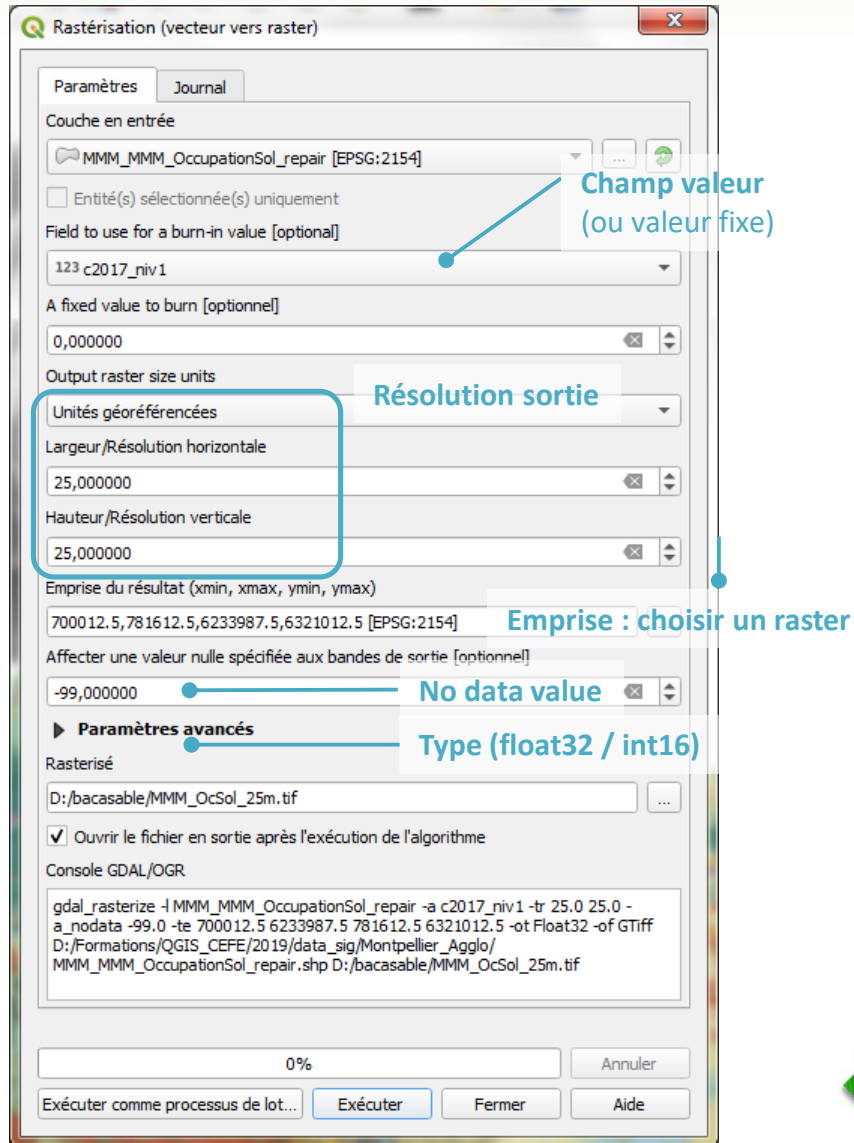
- ▶ `-of GTiff` = format sortie
- ▶ `-ot Float32` = type numérique flottant en sortie (vs `-ot Int16` pour entier)
- ▶ `-s_srs EPSG:xxxx` = SCR en entrée
- ▶ `-t_srs EPSG:xxxx` = SCR en sortie
- ▶ `-te xmin ymin xmax ymax` = étendue en sortie (bords du raster)
- ▶ `-tr xres yres` = résolution sortie
- ▶ `-r bilinear` = rééchantillonnage bilinéaire
- ▶ fichier entrée
- ▶ puis fichier sortie

Exemple : re-échantillonner un fichier SRTM WGS84 (1 arc-seconde) en Lambert 93 (25 m)

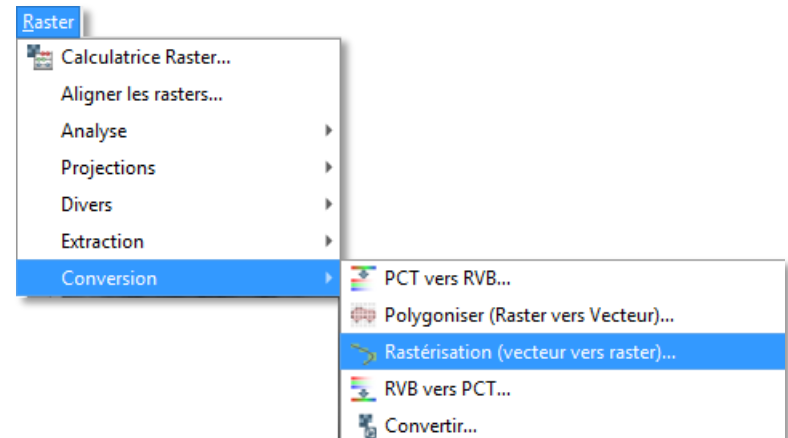
```
C:\rep > gdalwarp -of GTiff -ot Float32 -s_srs EPSG:4326 -t_srs EPSG:2154 -te 661987.5 6233987.5 797012.5 6321012.5 -tr 25 25 -r bilinear "D:\GIS_DATA\SRTM\N43E003.hgt" "D:\GIS_DATA\SRTM\N43E003_L93.tif"
```



Rastérisation

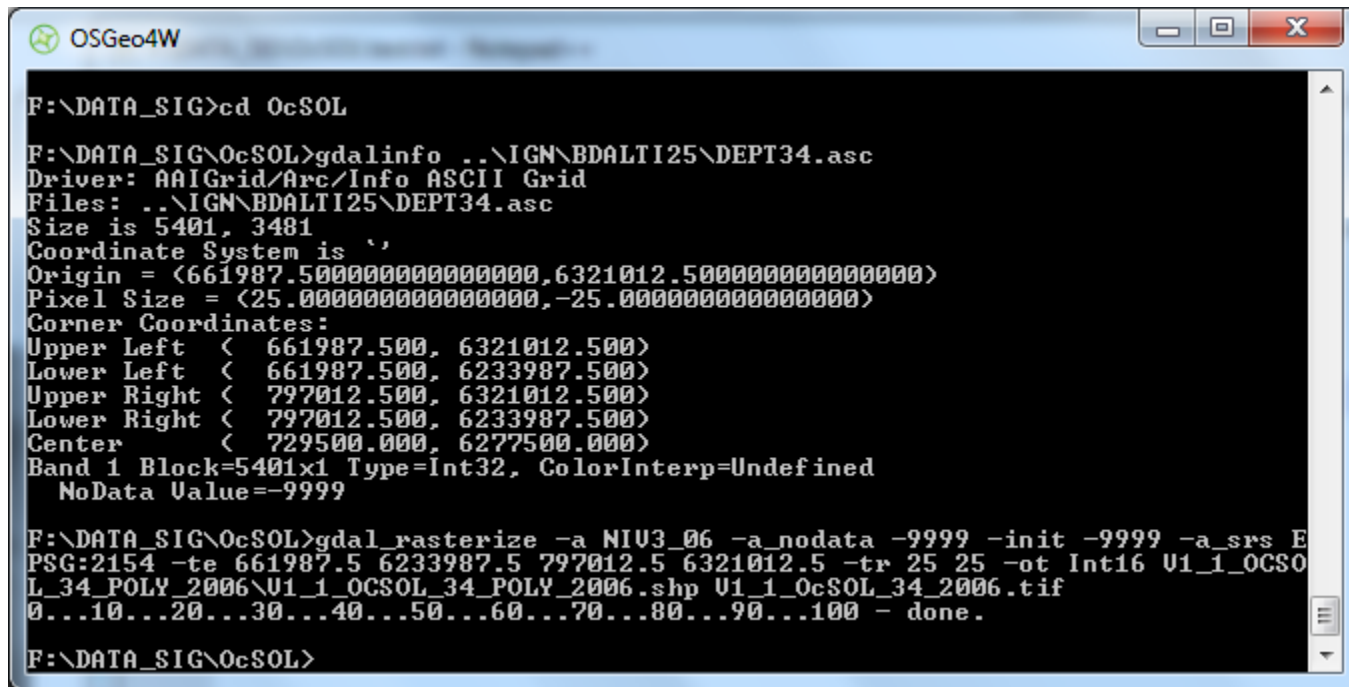


- Entrée : un shapefile (point, polyligne, polygone) **avec un champ numérique**
- Sortie : un nouveau raster **ou un raster existant** dans lequel sera « gravé » les entités du shapefile
 - Les valeurs du champ d'attribut seront gravées dans le raster



Exemple d'utilisation de gdal_rasterize

- D:\DATA_SIG > **gdal_rasterize** -a NIV3_06 -a_nodata -9999 -init -9999 -a_srs EPSG:2154 -te 661987.5 6233987.5 797012.5 6321012.5 -tr 25 25 -ot Int16 D:\DATA_SIG\OCSOL_34.shp OcsOL_34.tif



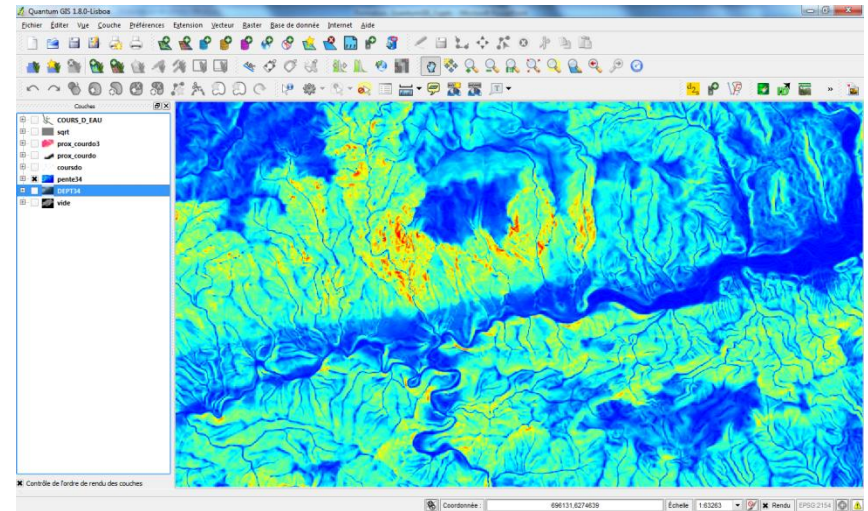
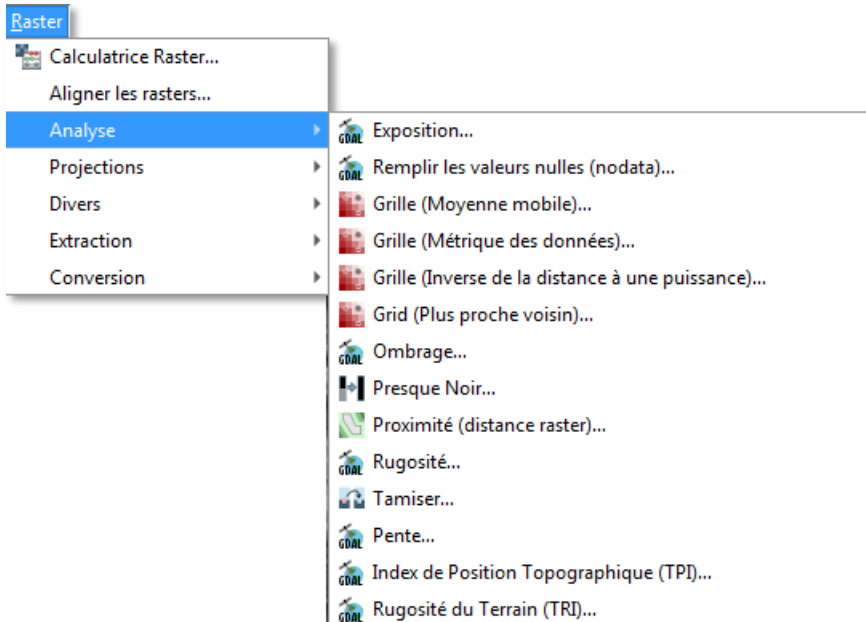
```
F:\DATA_SIG>cd OcsOL
F:\DATA_SIG\OcsOL>gdalinfo ..\IGN\BDALTI25\DEPT34.asc
Driver: AAIGrid/Arc/Info ASCII Grid
Files: ..\IGN\BDALTI25\DEPT34.asc
Size is 5401, 3481
Coordinate System is ''
Origin = (661987.5000000000000000,6321012.5000000000000000)
Pixel Size = (25.000000000000000,-25.000000000000000)
Corner Coordinates:
Upper Left  ( 661987.500, 6321012.500)
Lower Left  ( 661987.500, 6233987.500)
Upper Right ( 797012.500, 6321012.500)
Lower Right ( 797012.500, 6233987.500)
Center      ( 729500.000, 6277500.000)
Band 1 Block=5401x1 Type=Int32, ColorInterp=Undefined
NoData Value=-9999
F:\DATA_SIG\OcsOL>gdal_rasterize -a NIV3_06 -a_nodata -9999 -init -9999 -a_srs EPSG:2154 -te 661987.5 6233987.5 797012.5 6321012.5 -tr 25 25 -ot Int16 U1_1_OCSOL_34_POLY_2006\U1_1_OCSOL_34_2006.shp U1_1_OCSOL_34_2006.tif
0...10...20...30...40...50...60...70...80...90...100 - done.
F:\DATA_SIG\OcsOL>
```



Outils MNT :

pente, orientation, ombrage

- Calcul de pente, orientation, création d'un raster d'ombrage
- *Menu Raster / Analyse / Pente... =
gdaldem slope*
 - ▶ *Exposition... = gdaldem aspect*
 - ▶ *Ombrage... = gdaldem hillshade*



Créer des isolignes à partir d'un raster

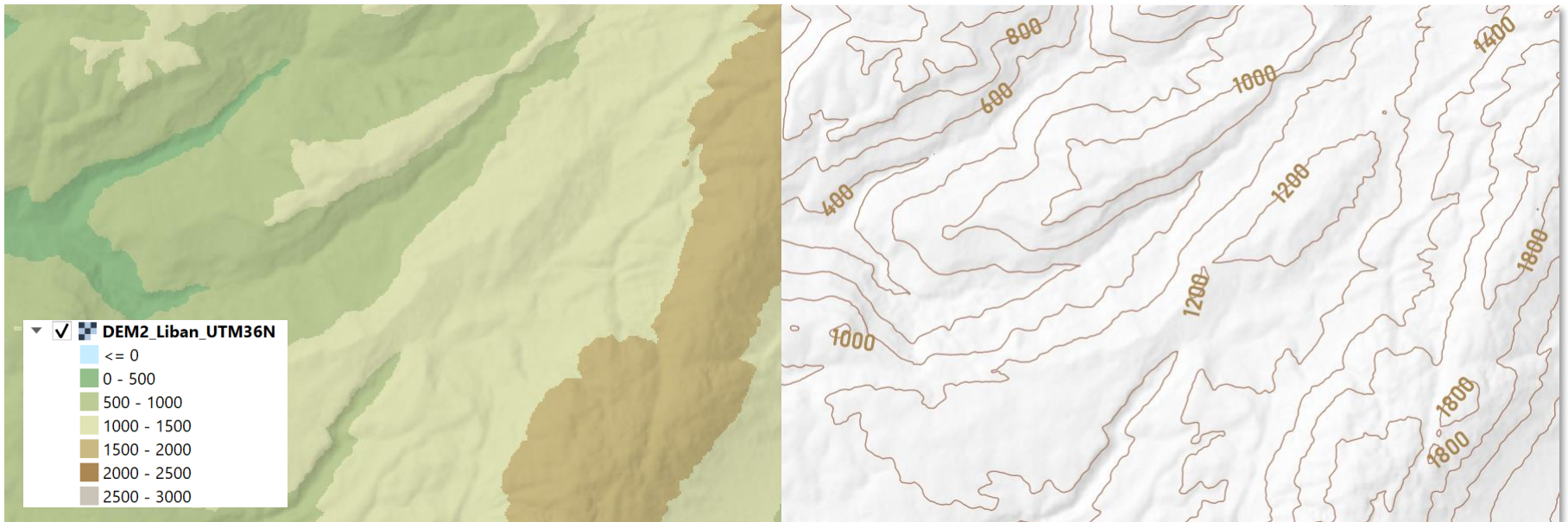
Menu Raster / Extraction / Contour... = gdal_contour

■ Entrée :

- ▶ Fichier raster avec altitudes, ou autre variable
- ▶ Paramètre **Intervalle entre les courbes**
= équidistance

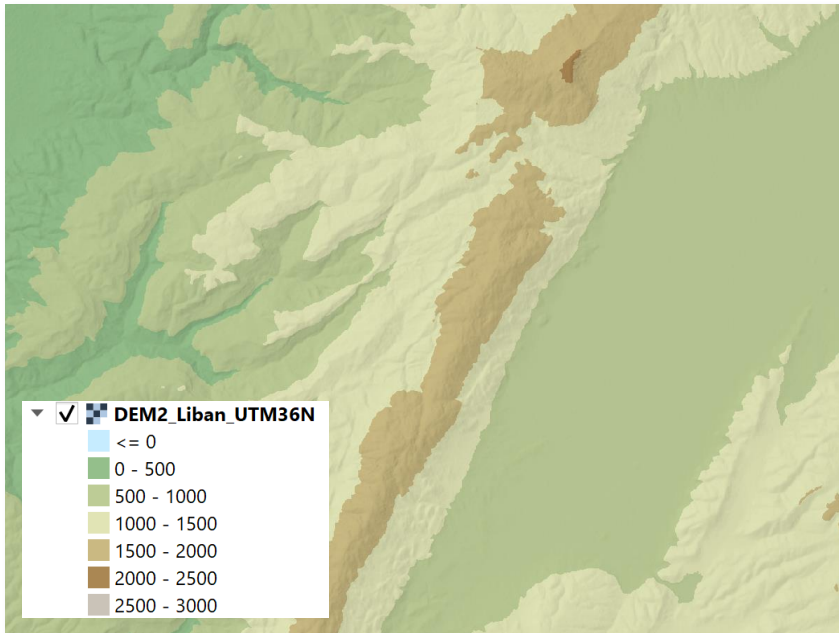
■ Sortie :

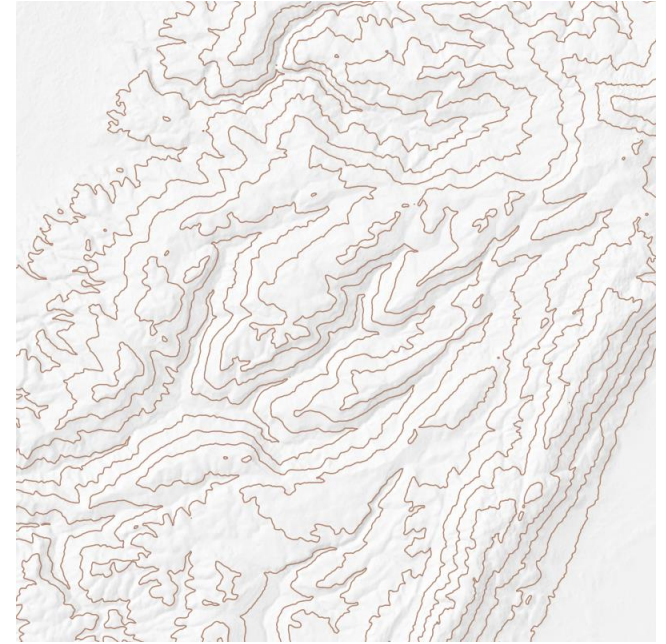
- ▶ Fichier vecteur, avec l'altitude dans un champ ELEV



Créer des isolignes à partir d'un raster

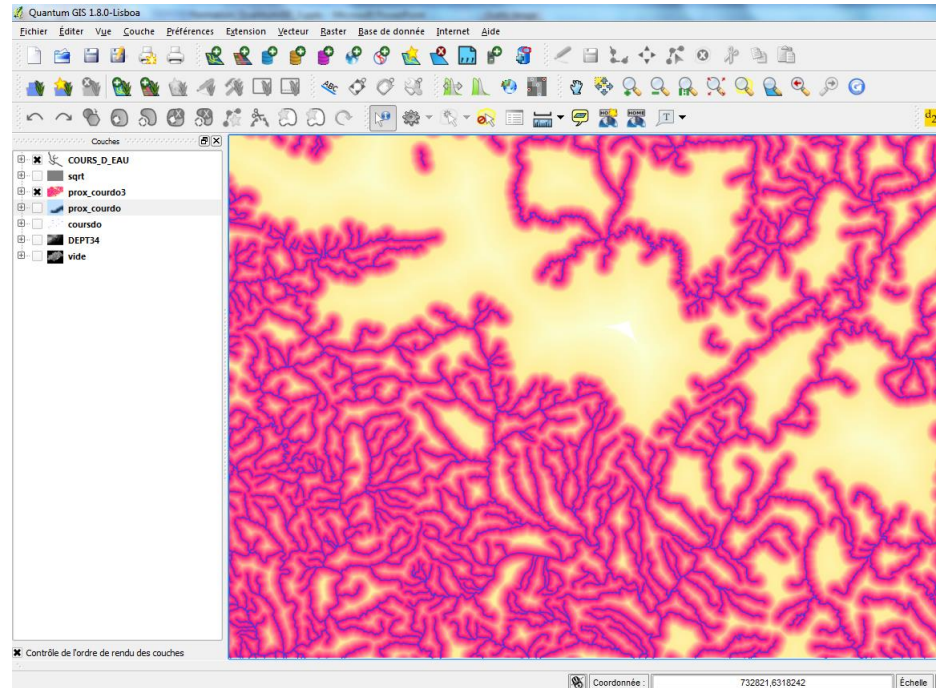
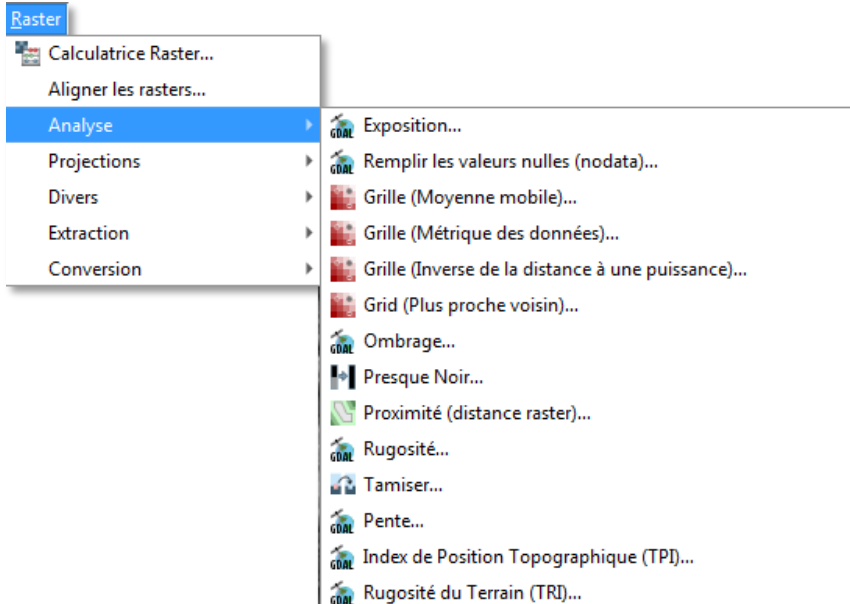
- *Menu Raster / Extraction / Contour... = gda1_contour*
- Entrée :
 - ▶ Fichier raster avec altitudes, ou autre variable
 - ▶ **Intervalle entre les courbes** = équidistance
 - ▶ Fichier vecteur en sortie et nom du champ qui





Raster de distance

- Exemple : un raster où chaque pixel porterait la distance du cours d'eau le plus proche ?
- Menu *Raster / Analyse / Proximité* = `gdal_proximity`



Croiser les données vecteur et raster ?

- Extension **PointSamplingTool** : extraire la valeur d'un raster à un point donné
 - ▶ voir <http://plugins.qgis.org/plugins/pointsamplingtool/>
- Outil **Analyse raster / Statistiques de zone** : permet de calculer la somme, la moyenne des pixels pour chaque polygone d'une couche vectorielle.



Autres « fournisseurs de traitement »

- La **boîte à outils de traitement** donne accès à la **très large palette d'outils** des logiciels **GRASS GIS 7**, et de **SAGA GIS**



GRASS GIS

Bringing advanced geospatial technologies to the world.

<https://grass.osgeo.org/>

- Nombreuses fonctionnalités orientées « analyse » et « métier » (équivalent de Spatial Analyst dans ArcGIS). Exemples : interpolation par krigeage, calculer densité de points simple, ou par kernel density, délimitation bassin versant, calculer le chemin de moindre coût.



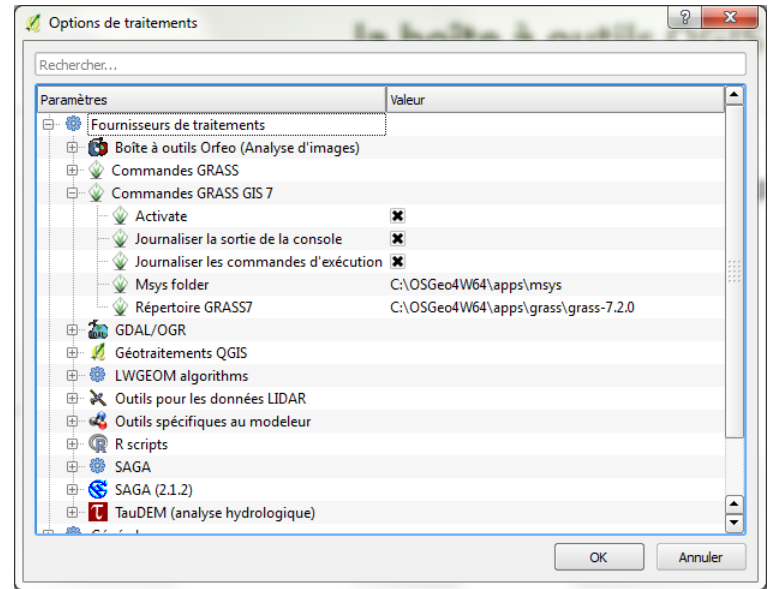
<http://www.saga-gis.org/en/index.html>

- Il arrive que les mêmes fonctionnalités se retrouvent 2 ou 3 fois : dans GDAL, dans GRASS et dans SAGA. Exemples : analyse MNT (pente, exposition, ombrage)

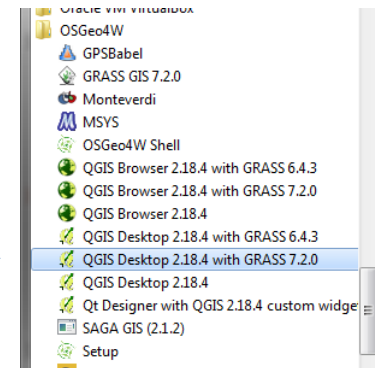


Utilisation des outils Grass dans la boîte à outils QGIS

- Vérifier et le cas échéant configurer le chemin d'accès dans *Traitements / Options* puis « Fournisseur de traitements » et « Commandes GRASS GIS 7 »
- Ces outils importent la donnée dans une BD Grass **temporaire**, exécutent une commande Grass puis exportent le résultat en GeoTiff
- Remarque : il existe aussi la barre d'outils Grass7 pour les BD Grass permanentes



QGIS + Barre outils Grass7 dans le menu Démarrer



Exemple d'outil raster Grass 7 : r.neighbors

- Principe de la **fenêtre mobile** :
pour chaque pixel, calcule une valeur en fonction des pixels voisins
- Définir un voisinage
forme: carré ou circulaire + taille: toujours impaire, ou bien possibilité d'utiliser une matrice de poids
- Définir une fonction
(sum, average, mode, diversity, min, max ...)

<https://grass.osgeo.org/grass78/manuals/r.neighbors.html>

