

Travaux Pratiques sur les Systèmes d'Information Géographique

- SIG -

Initiation à QGIS



ARLON CAMPUS Environnement

Avant-propos

Ce manuel est une initiation à l'utilisation du logiciel libre **QGIS**. Il a été rédigé en se basant sur la version française « QGIS 2.12.2 Lyon ».

Ce manuel et les données y afférentes sont libres de droit et redistribuables moyennant une mention de la source*. Ils sont téléchargeables gratuitement à l'adresse web : http://hdl.handle.net/2268/190559.

Les descriptions et sources des données utilisées dans ce manuel sont présentées en *Annexe 5*.

Pensez à l'environnement avant d'imprimer ces notes!!**

Ce manuel a été rédigé par Antoine DENIS
Université de Liège (ULg)
Arlon Campus Environnement
Département des Sciences et Gestion de l'environnement
Unité Eau Environnement Développement (EED)
Avenue de Longwy, 185
6700 Arlon, Belgique
Antoine.Denis@ulg.ac.be

Merci de signaler toute erreur rencontrée dans ce manuel par email à l'adresse ci-dessus.
Les mises à jour de ce manuel seront disponibles via l'adresse web ci-dessus.

Version du 29 janvier 2016.

Sont également disponibles, du même auteur, les manuels de Travaux Pratiques :

- SIG - ArcGIS https://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/135775
- Télédétection spatiale https://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/143553

Photo de couverture : photo et carte du Kilimandjaro

* Comment citer ce manuel ? : « Travaux Pratiques sur les Systèmes d'Information Géographique (SIG), Initiation à QGIS, Antoine DENIS, 2015, Arlon Campus Environnement, Université de Liège, Belgique ».

** N'imprimez pas ces notes ! Si vous devez les imprimer, utilisez le verso de feuilles déjà utilisées, imprimez recto-verso et/ou imprimez en 2 pages par feuilles.

Table des matières

Avant-propos **1**

Table des matières **3**

Liste des contextualisations **9**

Liste des notes **9**

Liste des mises à jour & modifications **9**

Liste des abréviations **10**

Introduction au TP **11**

1. Introduction aux Systèmes d'Information Géographique – SIG ... 13

1.1. Qu'est-ce qu'un Système d'Information Géographique - SIG ? **13**

1.2. Rappel théorique **14**

1.2.1. Les 2 grands types de données géographiques : Matriciel / Vectoriel ... 14
1.2.2. Données géographiques et tables associées 15

2. Présentation de QGIS 16

3. Site WEB de QGIS 18

4. Télécharger et installer QGIS 19

5. Aide et documentation sur QGIS 21

5.1. Documentation QGIS officielle **21**

5.1.1. Documentation QGIS générale 21
5.1.2. Documentation officielle (sur le net) des applications tierces intégrées ou accessibles depuis QGIS 21
5.1.3. Documentation accessible via l'interface de QGIS 22

5.2. Documentation QGIS non officielle **22**

5.2.1. Recherche via Google 22
5.2.2. Les forums : questions et réponses sur QGIS 22
5.2.3. Quelques bons tutoriaux sur le net 22
5.2.4. Vidéos sur YouTube 23

6. Manipuler QGIS 24

6.1. Explorer des données géographiques dans le « Navigateur QGIS » (En : « QGIS Browser ») **24**

6.1.1. L'interface du « Navigateur QGIS » (En : « QGIS Browser ») 25
6.1.2. Les types de données géographiques 26
6.1.3. Manipuler des fichiers de données géographiques dans QGIS 26

6.2. Découverte et gestion d'un projet QGIS 27

6.2.1. Ouvrir un projet QGIS 27

6.2.1.1. Ouvrir un projet QGIS préexistant 27

6.2.1.1.1. Problème à l'ouverture d'un projet QGIS préexistant .. 27
6.2.1.2. Ouvrir/créer un nouveau projet QGIS 28

6.2.2. Structure d'un projet QGIS 28
6.2.3. Afficher les couches (En : layers) d'information 29
6.2.4. Naviguer dans la fenêtre de visualisation 30
6.2.5. Définir la gamme d'échelle de visibilité d'une couche 31
6.2.6. Ajouter / enlever / déplacer une barre d'outils, un panneau 32
6.2.7. Installer et afficher une extension (En : plugin) dans QGIS 33

6.2.7.1. Liste des extensions utilisées dans le cadre de ce manuel 34

6.3. Créer un nouveau projet QGIS 36

6.3.1. Modifier les propriétés d'un projet QGIS 36
6.3.2. Définir le système de coordonnées d'un projet QGIS 37
6.3.3. A propos des systèmes de coordonnées 39
6.3.4. Gestion des systèmes de coordonnées des fichiers de données géographiques dans QGIS 40

6.3.4.1. Le système de coordonnées d'un fichier n'est pas défini ou est mal défini et doit être (re-)défini 40
6.3.4.2. Le système de coordonnées d'un fichier est défini correctement et doit être changé 43

6.4. Ajouter des données 44

6.4.1. Ajouter des données « vecteur » et « raster » présentes sur votre PC .. 44

6.4.1.1. Ajouter une couche vecteur dans QGIS 44
6.4.1.2. Ajouter une couche raster dans QGIS 45

6.4.2. Ajouter des données ponctuelles XY (GPS par exemple) 45

6.4.2.1. Ajouter des données ponctuelles XY à partir d'un tableur (Excel ou Libre/OpenOffice par exemple) 46
6.4.2.2. Ajouter des données ponctuelles XY à partir d'un fichier texte délimité 47

6.4.3. Intégrer des données en ligne dans QGIS avec l'extension « OpenLayers Plugin » 49
6.4.4. Ajouter des données disponibles via des « services web spatiaux » de types WMS, WFS, WCS 50

6.4.4.1. Définition de 3 types de "services web spatiaux" de référence 50

6.4.4.1.1. WMS : « Web Map Service » 50
6.4.4.1.2. WFS : « Web Feature Service » 50
6.4.4.1.3. WCS : « Web Coverage Service » 50

6.4.4.2. Accéder aux données disponibles via les « services web spatiaux » 51
6.4.4.2.1. Trouver un service web spatial 51
6.4.4.2.2. Utiliser un service web spatial dans QGIS 51

6.5. La table d'attributs 55

6.5.1. Utilité de la table d'attributs 55
6.5.2. Accéder à la table d'attributs 55
6.5.2.1. Ouvrir la table d'attributs 55
6.5.2.2. L'outil d'identification 55

6.6. Sélectionner des données 57

6.6.1. Sélection simple 57
6.6.2. Sélection par attribut 58
6.6.3. Sélection par Localisation 60

6.7. Dupliquer un fichier vectoriel ou raster 61

6.8. Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées 61

6.9. Jointure et Relation entre 2 tables 66

6.9.1. Créer une jointure entre 2 tables 66
6.9.1.1. Jointure basée sur un attribut commun à 2 tables 67
6.9.1.2. Jointure basée sur la localisation des entités de 2 fichiers 69
6.9.1.2.1. Outil basique de jointure par localisation 69
6.9.1.2.2. La matrice des distances 69
6.9.1.2.3. L'Extension « NNJoin » 70

6.9.2. Créer une Relation entre 2 tables 71

6.10. Statistiques, graphiques et calculs dans la table d'attributs 73

6.10.1. Calculer des statistiques dans la table d'attributs 73
6.10.1.1. L'outil « Montrer le résumé statistique» 73
6.10.1.2. L'outil « Statistiques basiques » 73
6.10.1.3. L'outil « GroupStats » (Fr : Résumer, Récapituler, En : Summarize) 74
6.10.1.4. L'outil « Statist » (statistiques) 76

6.10.2. Créer un graphique à partir de la table d'attributs 77
6.10.2.1. 3 possibilités de création de graphiques dans QGIS 77
6.10.2.2. Exemple de création de graphiques dans QGIS avec « R » 78

6.10.3. Calculs dans la table d'attributs 80
6.10.3.1. Utiliser la calculatrice de champ de la table d'attributs 80
6.10.3.2. Créer un nouveau champ dans la table d'attributs 82
6.10.3.3. Calculer des aires, périmètres, longueurs d'entités spatiales 82
6.10.3.4. Calculer des centroïdes d'entités spatiales 84

6.11. Edition et création de données géographiques 87

6.11.1. Edition (modification) de données géographiques 87

6.11.1.1. Contrôler l'édition 87
6.11.1.2. Extensions d'édition 88
6.11.1.3. Editer une couche vectorielle 89
6.11.1.4. Options de numérisation (création, édition, accrochage,…) 90
6.11.1.5. Options d'accrochage 90
6.11.1.6. Editer la table d'attributs 91
6.11.1.7. Sauvegarder des modifications et clôturer une session d'édition .. 91
6.11.2. Créer de nouvelles données géographiques 92
6.11.2.1. Créer un nouveau « Shapefile » 93
6.12. Géoréférencement 96
6.12.1. Introduction au géoréférencement 96
6.12.2. Géoréférencer un fichier 96
6.12.2.1. Préparation du projet de géoréférencement 96
6.12.2.1.1. Définition du système de coordonnées du projet QGIS 96
6.12.2.1.2. Choix de la référence par rapport à laquelle le géoréférencement se fera 97
6.12.2.1.3. Cas particulier d'une référence issue de « OpenLayers Plugin » 98
6.12.2.2. Etapes du géoréférencement 98
6.12.2.2.1. Ouvrir le géoréférenceur 99
6.12.2.2.2. Ouvrir le fichier à géoréférencer 99
6.12.2.2.3. Créer des points de calage 100
6.12.2.2.4. Configurer la transformation 101
6.12.2.2.5. Evaluer la cohérence des points de calage 102
6.12.2.2.6. Appliquer le géoréférencement 102
6.12.2.2.7. Vérifier le résultat du géoréférencement 103
6.12.3. Plus d'information sur le géoréférencement 103
6.13. Utiliser des outils de géotraitement 106
6.13.1. Accéder aux outils de géotraitement 106
6.13.1.1. Outils de géotraitement du cœur de QGIS 106
6.13.1.2. Outils de géotraitement d'applications tierces 106
6.13.2. Présentation brève des groupes d'outils de géotraitement 108
6.13.2.1. « Boîte à outils Orfeo (Analyse d'images) » 108
6.13.2.2. « Commandes GRASS GIS 7» 109
6.13.2.3. « Commandes GRASS » 109
6.13.2.4. « GDAL/OGR » 109
6.13.2.5. « Géotraitements QGIS » 109
6.13.2.6. « Outils pour les données LIDAR » (non utilisé dans ce manuel) .. 109
6.13.2.7. « R scripts » 110
6.13.2.8. « Scripts » (Python) (non utilisé dans ce manuel) 110
6.13.2.9. « TauDEM » (non utilisé dans ce manuel) 110
6.13.2.10. « SAGA » 111
6.13.3. Installer et configurer des outils de géotraitements non-installés par défaut 112

6.13.3.1. Installation et configuration de « R » dans QGIS 112
6.13.3.2. Installation et configuration de « OTB » dans QGIS 112
6.13.4. Activer des outils de géotraitements déjà installés 113
6.13.5. Exemples d'utilisation d'outils de géotraitement classiques 114
6.13.5.1. Créer une « Zone Tampon » (En: « Buffer ») 114
6.13.5.2. Intersecter 2 couches de données géographiques : outil « Intersection » (En : « Intersect ») 116
6.13.6. Modeleur graphique de traitements (non utilisé dans ce manuel) 117
6.13.7. Utiliser des lignes de commandes (En : « command line ») et des « Scripts » (non utilisé dans ce manuel) 118
6.13.7.1. QGIS et Python 118
6.13.7.2. Autres possibilités 118
6.14. Travailler avec des « raster » 123
6.14.1. Symbologie d'un raster 123
6.14.2. Interpolation spatiale 126
6.14.3. Créer un raster de pentes (mais aussi d'exposition, d'ombrage, de relief et d'index de rugosité) à partir d'un MNT 129
6.14.4. Reclassifier les valeurs d'un raster 130
6.14.5. « Calculatrice Raster » (En : « Raster Calculator ») 133
6.15. Analyse hydrologique 135
6.15.1. Délimiter un bassin versant et actions connexes 135
6.16. Enregistrement d'un projet QGIS : « chemin relatif » ou « chemin absolu » ? 141
6.16.1. Exemple 141
6.16.2. Définitions 142
6.16.3. Choix du type d'enregistrement (« absolu » ou « relatif ») de votre projet QGIS 142
6.16.4. Exercice 142
6.17. Edition cartographique (réalisation de cartes) 147
6.17.1. Eléments indispensables sur une carte 147
6.17.2. Le composeur d'impression 147
6.17.3. Mode de mise en page « Portrait » ou « Paysage » et mises en page prédéfinies 148
6.17.4. Symbologie des données 148
6.17.4.1. Symbologie d'un fichier vectoriel (point, ligne, polygone) 149
6.17.4.2. Symbologie d'un fichier matriciel 150
6.17.5. Diagrammes (camembert, histogramme, texte) 150
6.17.6. Etiqueter les données (Fr « étiquette », En : « labels ») 151
6.17.7. Insérer la position des éléments géographiques sur la carte 151
6.17.8. Se déplacer sur « l'objet carte papier » 152
6.17.9. Ajuster la zone géographique à cartographier et choisir l'échelle 152
6.17.10. Insérer des objets cartographiques 152

6.17.10.1. Insérer la légende 152
6.17.10.2. Insérer une échelle 153
6.17.10.3. Insérer la flèche indiquant le Nord 154
6.17.10.4. Insérer un titre, l'auteur, la date de création de la carte, les sources des données et le système de coordonnées 154
6.17.11. Insérer une grille (ou graticule) et un cadre de géo-référencement 155
6.17.12. Masquer automatiquement les zones de non intérêt 155
6.17.13. Utiliser des cartes multiples / encarts cartographiques 156
6.17.14. Modifier la symbologie dans des cartes multiples 157
6.17.15. Exporter une carte 158

Remerciements 159

Liste des figures 160

Liste des annexes 162

Annexe 1 - Les 11 commandements pour utiliser correctement QGIS 163
Annexe 2 - Outils fréquemment utilisés dans QGIS 165
Annexe 3 - Exemple de carte d'occupation du sol 166
Annexe 4 - Fiche technique pour l'importation de points XY (GPS par exemple) dans QGIS à partir d'un tableur 167
Annexe 5 - Descriptions et sources des données utilisées dans ce manuel 169
Annexe 6 - Sites internet SIG intéressants 171
Annexe 7 - Conseils pour mener à bien une campagne de terrain avec utilisation de GPS 173

Liste des contextualisations

Contextualisation 1 : Découverte, navigation et gestion de l'interface de QGIS ! 27
Contextualisation 2 : Inondation au Pakistan suite à une mousson extrêmement importante 36
Contextualisation 3 : Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre-est du Mali... 64
Contextualisation 4 : SIG participatif aux Philippines 86
Contextualisation 5 : Etude de l'évolution spatiale des zones écologiques du Guatemala.... 95
Contextualisation 6 : Evaluation du nombre de personnes potentiellement impactées par une catastrophe nucléaire en Inde 105
Contextualisation 7 : Evaluation de la susceptibilité aux glissements de terrain en cas de déforestation d'un territoire de forêt brésilienne..... 122
Contextualisation 8 : Contrat de rivière en Haïti et Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) 134
Contextualisation 9 : Orpaillage artisanal en République Démocratique du Congo et pollution des rivières 146

Liste des notes

Note 1 : Question d'échelle ! 31
Note 2 : A propos des systèmes de coordonnées..... 39
Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers (1/4) 40
Note 4 : Une couche dans QGIS = un lien qui pointe vers une donnée source !..... 54

Liste des mises à jour & modifications

15 janvier 2016	version 1.0	
28 janvier 2016	**version 1.1**	Nombreuses corrections de forme du manuel et quelques ajouts mineurs

Liste des abréviations

CRS	Coordinate Reference System
DD	Degrés Décimaux (En: Décimal Degrees)
DEM, DTM	Digital Elevation Model, Digital Terrain Model (= MNT)
DMS	Degrés Minutes Secondes (En : Degrees Minutes Seconds)
En	English (traduction anglaise de certains mots français dans ce manuel)
FOSS4G	Free and Open Source Software for Geospatial
Fr	Français (mot en version française dans ce manuel lorsque la version anglaise est également présentée)
GCS	Geographic Coordinate System
GIS	Geographic Information System (= SIG)
MNT, MNA, MNE	Modèle Numérique de Terrain /d'Altitude / d'Elévation
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
OGC	Open Geospatial Consortium
OSGeo	Open Source Geospatial Foundation
OWS	OGC Web Service
OSM	Open Street Map
PCS	Projected Coordinate system
SCG (En: GCS)	Système de Coordonnées Géographiques
SCP (En: PCS)	Système de Coordonnées Projetées
SIG	Système d'Information Géographique
ULg	Université de Liège
WCS	Web Coverage Service
WFS	Web Feature Service
WMS	Web Map Service

Introduction au TP

Objectifs

Les **objectifs** de ce TP sont de:

1. Vous donner une vision globale et technique de ce qu'est un SIG et de son utilité
2. Vous initier à la manipulation et au traitement de données géographiques à l'aide du logiciel gratuit « QGIS ». En particulier, à la fin de ce TP, vous serez capables, via QGIS, de :
    - Visualiser et consulter des données géographiques
    - Accéder à des données géographiques disponibles sur le net
    - Organiser et gérer des données géographiques
    - Modifier des données géographiques existantes (édition) et en créer de nouvelles
    - Analyser des données géographiques (interroger des données, mettre en relation différentes informations spatiales, calculer des statistiques, etc)
    - Réaliser une modélisation simple sur base de données raster (image) (modèle multi-couches)
    - Géoréférencer des données raster
    - Réaliser une analyse hydrologique simple (délimitation de bassins versants,…)
    - Réaliser une mise en page cartographique (symbologie, utilisation des éléments propres aux cartes (graticule, légende, flèche du Nord, etc))

Contenu de ce manuel et temps nécessaire

Ce manuel commence par :

- Une brève introduction générale aux SIG : le concept de SIG, les formats et l'organisation des données en SIG
- Une présentation de QGIS : principales caractéristiques, organisation générale
- Le site web de QGIS
- Comment télécharger et installer QGIS
- Où trouver de l'aide et de la documentation sur QGIS

Ensuite la très grande partie de ce manuel est consacrée à la manipulation de données géographiques selon un niveau croissant de complexité. La découverte progressive de QGIS se fait la plupart du temps via des exercices s'articulant autour de mises en contexte donnant sens aux manipulations des données. Ces « ***Contextualisation*** » s'articulent autour des thématiques des « **Pays du Sud** » et de la « **gestion de l'environnement** » avec un accent pour la « **gestion des risques naturels** ». Elles apparaissent en italiques sur fond coloré dans le texte, de même que les indications faisant référence à des données propre à ce TP (nom de fichiers, de répertoires, etc). Elles commencent généralement par une mise en contexte en lien avec une problématique réelle, suivie d'une présentation des données à utiliser, pour terminer par des consignes précises pour résoudre le problème posé, consignes faisant

référence aux sections de ce manuel contenant la description des outils/fonctions à utiliser. Ces contextualisations, de même que certaines données utilisées, sont fictives et souvent simplificatrices de la réalité.

Quelques « Notes » (encadrées) et « Remarques » ponctuent les exercices, les reliant parfois à des notions plus théoriques.

Enfin, les quelques « Annexes » constituent un bon complément aux exercices, avec notamment « Les 11 commandements » à respecter pour utiliser correctement QGIS!

La réalisation de ce TP par un « débutant SIG » devrait prendre approximativement **20h** de travail appliqué.

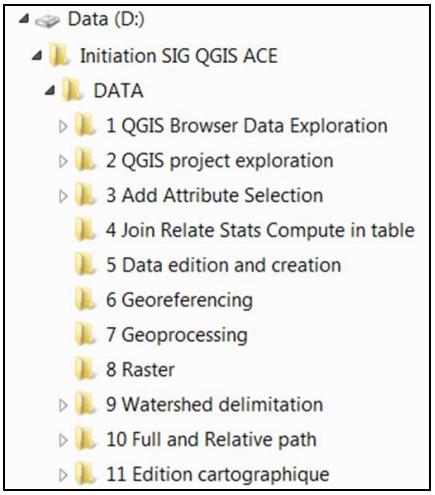
Accès aux données nécessaires pour ce TP

Ce manuel et les données nécessaires pour faire les exercices qui y sont présentés sont disponibles gratuitement à l'adresse web http://hdl.handle.net/2268/190559

La taille totale des données à télécharger est d'environ 220 Mo. En fonction de la qualité de votre connexion internet, vous choisirez de télécharger les données via l'une des 2 méthodes ci-dessous:

1. **Si votre connexion internet est suffisante :**
   - Téléchargez directement le dossier « Initiation SIG QGIS ACE.zip » qui contient l'ensemble des données. Ensuite, décompressez le dossier « Initiation SIG QGIS ACE.zip » vers un dossier que vous appellerez « Initiation SIG QGIS ACE ».
2. **Si votre connexion internet n'est pas suffisante :**
   - Téléchargez séparément les 11 dossiers contenant les données, numérotés de 1 à 11. Une fois les 11 dossiers téléchargés, décompressez-les et mettez-les dans un dossier que vous appellerez « Initiation SIG QGIS ACE\DATA\ ».

Placez ensuite le dossier « Initiation SIG QGIS ACE » à la racine d'un disque dur de votre ordinateur (qui sera nommé « D » dans ce manuel). Vous devriez donc obtenir une organisation de vos dossiers comme illustré dans la figure ci-dessous.



1. Introduction aux Systèmes d'Information Géographique – SIG

1.1. Qu'est-ce qu'un Système d'Information Géographique - SIG ?

Les SIG sont considérés comme l'une des **technologies de l'information** les plus performantes car ils visent à **intégrer** des connaissances provenant de **sources multiples** et créent un environnement **pluri-secteurs** idéal pour la collaboration.

De plus, les SIG séduisent les nouveaux utilisateurs par son côté intuitif et cognitif. Il réunit un environnement de **visualisation** performant et une puissante infrastructure d'**analyse** et de **modélisation** spécialement adaptée à la **géographie.**

Dans cette optique, les SIG proposent **3 volets** pour **afficher et manipuler les informations géographiques** (Figure 1) :

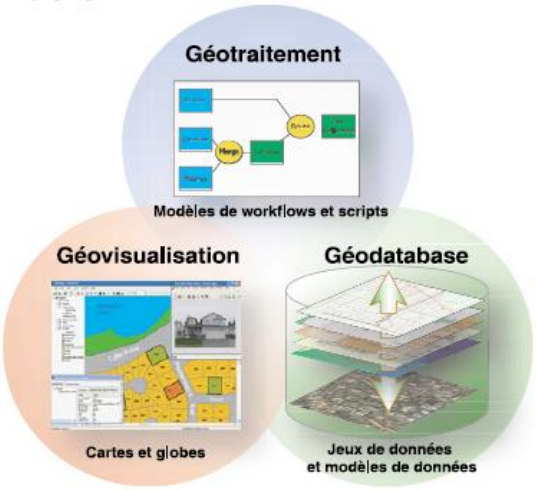


Figure 1 : Les 3 éléments constituant le noyau d'un SIG complet

- **Le volet géodatabase - catalogue** : un SIG correspond à une base de données spatiales contenant des jeux de données qui représentent des informations géographiques selon un modèle de données SIG générique (entités, rasters, attributs, topologies, réseaux, etc.).
- **Le volet géovisualisation - carte** : un SIG est un ensemble de cartes intelligentes (2D ou 3D) et de vues (2D ou 3D) qui montrent des entités spatiales et leurs relations à la surface de la terre. Il est possible d'élaborer différentes vues cartographiques des informations géographiques sous-jacentes, qui s'utilisent comme des « fenêtres ouvertes sur la base de données géographique » afin d'effectuer des requêtes, des analyses et de modifier les informations géographiques.
- **Le volet géotraitement – boite à outils**: un SIG comprend des outils de transformation des informations qui produisent des informations à partir des jeux de

données existants. Les fonctions de géotraitement partent des informations contenues dans les jeux de données existants, appliquent des fonctions analytiques et écrivent les résultats dans de nouveaux jeux de données.

Ensemble, ces trois éléments constituent le noyau d'un SIG complet.

1.2. Rappel théorique

1.2.1. Les 2 grands types de données géographiques : Matriciel / Vectoriel

Il existe 2 grands types de données géographiques dans les SIG : les « Matrices » et les « Vecteurs » (Figure 2).

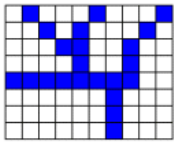
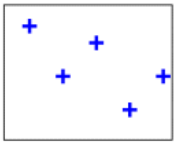
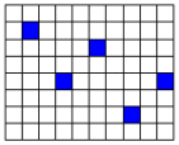
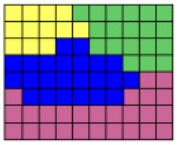
Vecteur	Matrice ou Raster	Exemple dans la réalité
		**Données linéaires** : cours d'eau, routes,…
		**Données ponctuelles** : arbres, stations météo, points GPS,…
		**Données polygonales** : limites administratives (frontières de pays, limites de communes, etc.), parcs naturels, lacs,…

Figure 2 : Types de données géographiques : Vecteur versus Matrice (Raster)

- Les « **Matrices** »

  Les « **Matrices** », plus souvent appelées « **Raster** », correspondent à des **grilles composées de cellules** (comme une « **image** » composée de pixels). Chaque cellule contient une valeur qui, souvent, représente un phénomène géographique, par exemple, l'altitude ou l'occupation du sol. Ce peut être une carte scannée, une photographie aérienne, une image satellite, une photo numérique, un MNT (Modèle Numérique de Terrain)…

- Les « **Vecteurs** »

  Les « **vecteurs** » sont composés de **points**, **lignes** ou **polygones**.
  Le format de fichier vectoriel le plus courant en SIG est le format « **shapefile** » (fichier de formes en traduction littérale) et par conséquent l'appellation « shapefile » est souvent utilisée comme synonyme de « fichier vectoriel ».

1.2.2. Données géographiques et tables associées

Les SIG permettent d'associer / intégrer facilement des données de type spatial avec des donnés de type « tabulaire » (ou « attributaire ») (Figure 3). A chaque entité spatiale correspond une / des information(s) attributaires organisées dans une « table ».

La figure 4 représente quelques pays d'Amérique Centrale, repris sous la forme d'**entités spatiales** de type « polygone », auxquels est associée toute une série d'informations organisées dans une table appelée **« table d'attributs »**. 1 ligne ou **« enregistrement »** (En : « record ») contient toute l'information concernant 1 pays. 1 colonne ou 1 **« champ »** (En : « field ») correspond à 1 type d'information, par exemple, le nom du pays, sa superficie, sa démographie, etc.

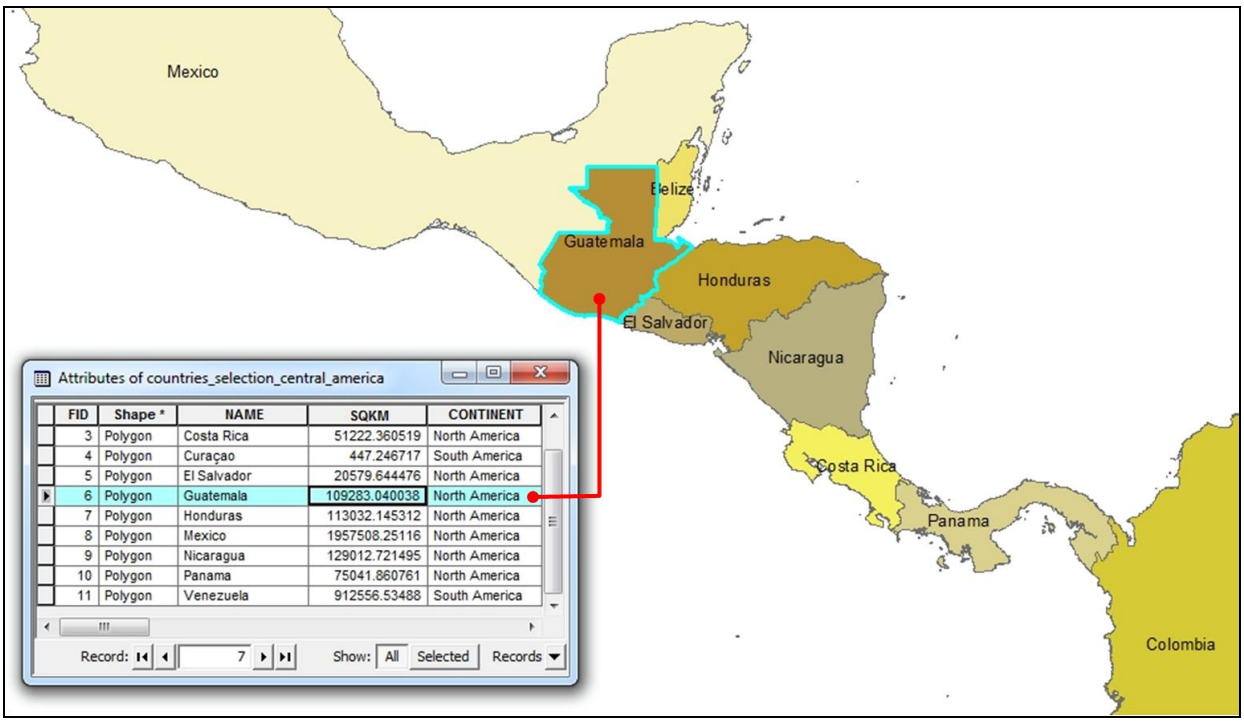


Figure 3 : Donnée géographique et table associée

2. Présentation de QGIS

QGIS est avant tout un **logiciel de type Système d'Information Géographique** (SIG).

Le voici présenté de manière synthétique :

- Logiciel Open Source, c'est-à-dire :
  - Gratuit
  - Libre
  - Distribué sous la licence GNU GPL (General Public License). Ceci signifie que vous pouvez étudier et modifier le code source, tout en ayant la garantie d'avoir accès à un programme SIG non onéreux et librement modifiable.
- Alternative au logiciel SIG payant de référence « ArcGIS » (https://www.arcgis.com/features/) de la firme ESRI
- Multi plate-formes : compatible avec les systèmes d'exploitation Linux, Mac OS X, Android et Windows
- Avec une communauté d'assistance internationale d'utilisateurs, de développeurs et de supporters enthousiastes
- QGIS est l'un des projets officiels de la « Fondation Open Source Geospatial » (En : « The Open Source Geospatial Foundation ») (OSGeo)
  - Site web: http://www.osgeo.org/
  - OSGeo est une association sans but lucratif créée le 27 février 2006 au Delaware (USA)
  - OSGeo a pour mission principale d'aider au développement et à la promotion des logiciels libres spatiaux tout en améliorant la collaboration entre les différents projets existants



- Développement rapide depuis 2002
- Intégrateur d'autres logiciels SIG Libre / Open Source de référence (qui seront appelés dans ce manuel les « applications tierces » : Orfeo ToolBox (OTB), GRASS, GDAL OGR, LIDAR, R scripts, SAGA, Scripts Python, TauDEM)
- Simple à utiliser
- Présentant de nombreuses fonctionnalités (Figure 4) :
  - Gestion des formats raster (matrice, image) et vecteur (point, ligne, polygone) des données spatiales
  - Visualisation des données
  - Cartographie
  - Géotraitement :
    - Géotraitements propres à QGIS dont l'édition de données géographiques (création, modification)

- Géotraitements intégrés à partir d'autres logiciels SIG Libre / Open Source de référence (les « applications tierces » : GRASS, SAGA, OTB, GDAL OGR, etc)

- Compatibilité avec :
  - Différents serveurs internet de données (OWS, WCS, WFS, WMS, OpenLayers)
  - Différentes types de base de données à caractère spatiale (PostGIS (PostgresSQL), SpatiaLite, Oracle Spatial, MSSQL)
- Nombreuses extensions (En : plugins) qui permettent de nombreuses fonctionnalités

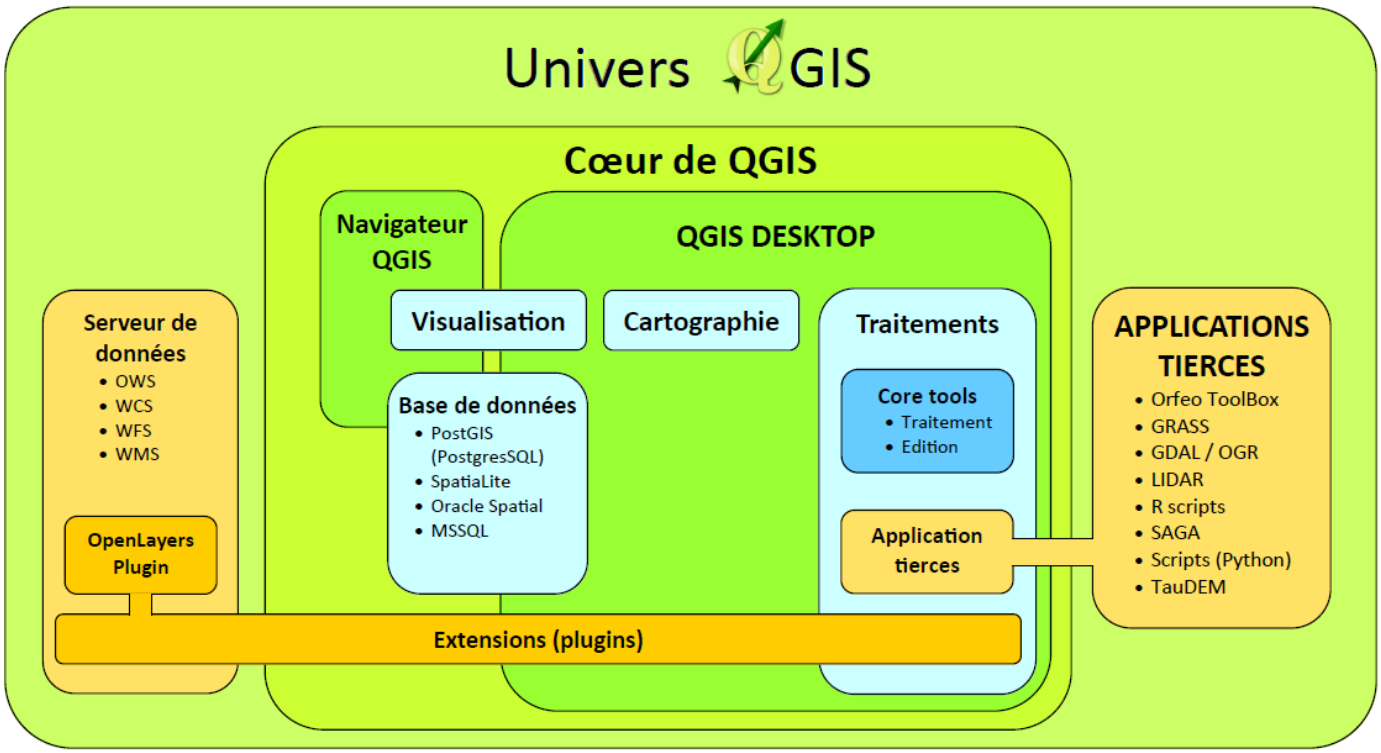


Figure 4 : Présentation et organisation globale des principaux constituants et fonctionnalités de QGIS

3. Site WEB de QGIS

Le site web de QGIS (Figure 5) est http://www.qgis.org/fr/site/ et est disponible dans plusieurs langues dont le français.

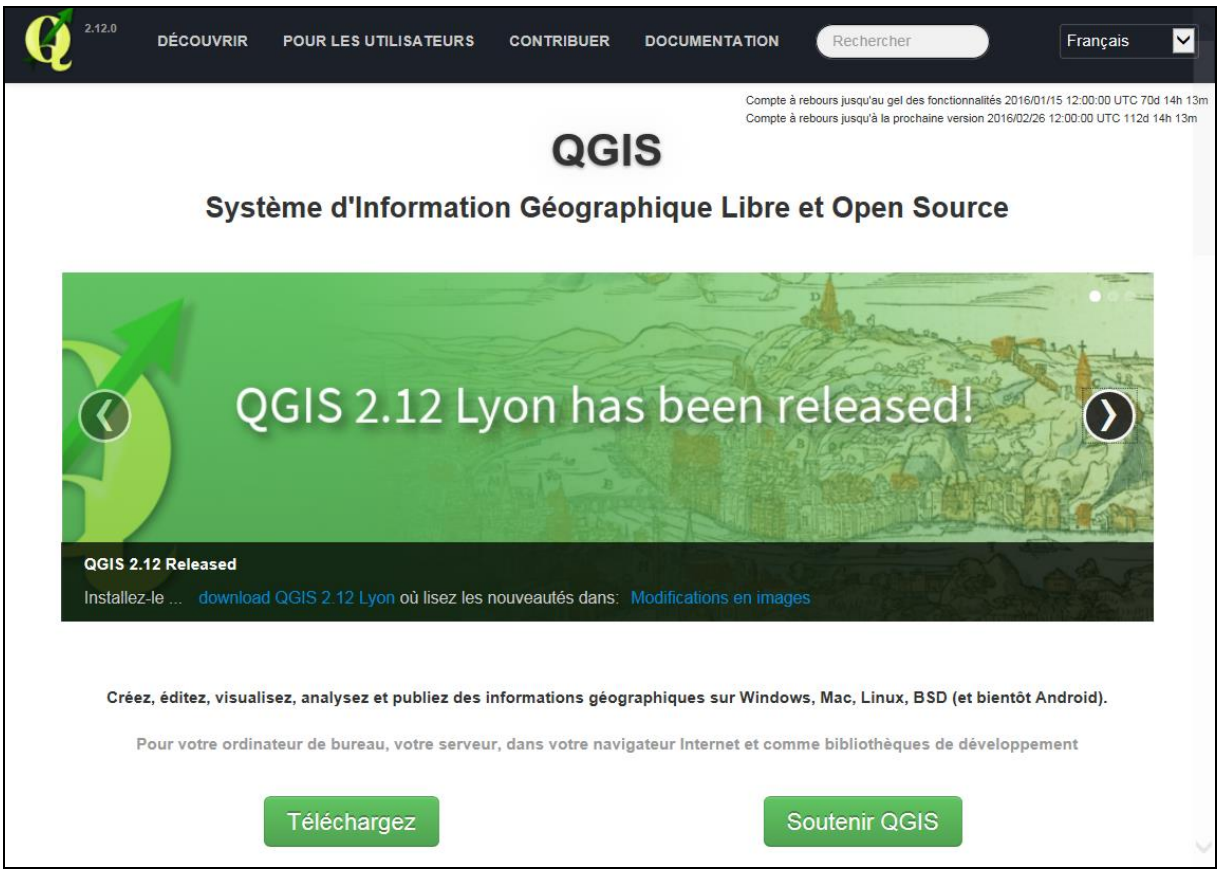


Figure 5 : Page d'accueil du site web de QGIS

4. Télécharger et installer QGIS

QGIS peut être téléchargé à partir du site web suivant :

- http://www.qgis.org/fr/site/forusers/download.html

Une fois sur ce site vous devrez choisir le produit à télécharger en fonction de :

- **Le système d'exploitation de votre ordinateur**
  - Choisir parmi un des systèmes d'exploitation disponibles : Windows 32 ou 64 bits, Mac OS X, Linux, BSD, Android
- **Le type d'installateur**
  - Un « installateur indépendant » : conseillé. installation facile.
  - L'« installateur réseau OsGeo4W » : déconseillé. Pour les utilisateurs experts. Donne une liberté de choix des composantes à installer.
- **La version du logiciel**
  - La dernière version
    - Contient les dernières mises à jour
    - Peut présenter certains bugs
  - La version maintenue à long terme (LTR)
    - Stable, pas/peu de bugs
    - Ne contient pas les dernières mises à jour

C'est la « dernière » version de QGIS (version 2.12.2) avec installateur indépendant qui a été utilisée pour la rédaction de ce manuel.

Icônes disponibles sur le bureau après l'installation de QGIS

Après l'installation, de nombreuses icônes (Figure 6) sont installées sur le bureau de votre ordinateur :

Icône	Nom	Explication	Référence dans ce manuel
	QGIS Browser (QGIS Browser with GRASS)*	Le Navigateur QGIS C'est un explorateur de données géographiques (analogue à l'explorateur Windows ou à ArcCatalog dans ArcGIS)	Section 6.1, page 24
	**QGIS Desktop** (QGIS Desktop with GRASS)*	**L'application principale de QGIS** ➔ **Pour une utilisation basique de QGIS, cette interface est suffisante**	Sections 6.2 à 6.17, pages 27 à 147
	GRASS GIS	2 des applications tierces de QGIS. Elles peuvent être utilisées à travers l'interface de QGIS Desktop ou de manière indépendante.	Section 6.13.1.2, page 106
	SAGA GIS		

	Qt Designer with QGIS	Application permettant la création d'interfaces graphiques (formulaire, etc) pour les applications QT. QT est une bibliothèque logicielle C++ pour le développement d'applications multiplateformes. ➔ Pour les développeurs uniquement	/
	MSYS	MSYS est une collection de petits logiciels (utilitaires) GNU (GNU est un système d'exploitation libre) qui permet la construction d'applications et de programmes qui dépendent généralement de UNIX (un système d'exploitation). ➔ Pour les développeurs uniquement	/
	OSGeo4W Shell	OSGeo4W Shell est la fenêtre de commande qui permet de lancer les applications en ligne de commandes d'OSGeo4W. OSGeo4W est une distribution de binaires (logiciels directement utilisable sans qu'une décompression ou une compilation soit nécessaire) d'un grand nombre de logiciels open source geospatial pour les environnements Win32 (Windows XP, Vista, etc).	/

Figure 6 : Présentation et description des programmes s'installant sur le bureau de l'ordinateur avec QGIS

* Dans la version 2.12 de QGIS, il ne semble pas y avoir de différence entre « QGIS Browser » et « QGIS Browser with GRASS » ou « QGIS Desktop » et « QGIS Desktop with GRASS ». GRASS est disponible dans les 2 versions de « QGIS Desktop ». Par contre, GRASS ne semble pas utilisable dans les 2 versions de « QGIS Browser ».

➔ Pour une utilisation basique et courante de QGIS, « QGIS Desktop » peut être suffisant.

Installation supplémentaire pour certaines applications

Certaines « **applications tierces** » de QGIS (Orfeo ToolBox, R, LIDAR, TauDEM) nécessitent une installation supplémentaire et indépendante. Référez-vous, pour quelques directives à ce propos, aux sections :

- « 6.13.2 Présentation brève des groupes d'outils de géotraitement », page 108
- « 6.13.3 Installer et configurer des outils de géotraitements non-installés par défaut », page 112

5. Aide et documentation sur QGIS

La documentation officielle QGIS existe mais peut parfois se révéler incomplète. L'utilisateur devra dès lors se rediriger vers les très nombreuses sources de documentation disponibles sur le net.

5.1. Documentation QGIS officielle

La documentation QGIS officielle est disponible sous diverses formes. La documentation originelle est en anglais mais est en grande partie disponible dans d'autres langues dont le français.

5.1.1. Documentation QGIS générale

La documentation QGIS générale est accessible via :

- Site web de QGIS : http://www.qgis.org/fr/site/
- Les manuels : http://www.qgis.org/fr/docs/index.html#
  - Le « Manuel d'utilisation » (En : « User guide ») (en ligne et en PDF téléchargeable), aussi accessible via le bouton « Table des matières de l'Aide »  dans l'interface de QGIS.
  - Le « Manuel d'exercices » (En : « Training manual ») (en ligne et en PDF téléchargeable)
  - « Une rapide introduction aux SIG »

5.1.2. Documentation officielle (sur le net) des applications tierces intégrées ou accessibles depuis QGIS

La documentation officielle des applications tierces :

- Orfeo ToolBox (OTB) : https://www.orfeo-toolbox.org/
- GRASS : https://grass.osgeo.org/
- GDAL / OGR : http://www.gdal.org/
- SAGA : http://www.saga-gis.org/
- Outils pour les données LIDAR : http://rapidlasso.com/lastools/
- Rscript : https://www.r-project.org/
- TauDEM : http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/

De l'aide pour ces applications tierces est également disponible :

- Dans les boites à outils de ces applications
- Dans la documentation QGIS

5.1.3. Documentation accessible via l'interface de QGIS

L'aide accessible via l'interface de QGIS est disponible via:

- Les rubriques d'aide de ces outils
    - Lors de l'utilisation d'un outil du cœur de QGIS ou d'une application tierce dans QGIS, un menu ou un onglet d'aide (En : « Help ») est parfois disponible et renseigne sur le paramétrage de l'outil, son objectif, son fonctionnement, etc.
- Le menu « Aide » de l'interface de QGIS
- Le bouton « Qu'est-ce que c'est ? »  qui donne une indication brève sur certaines parties/menus/outils de l'interface de QGIS lorsqu'ils sont cliqués avec cet outil.

5.2. Documentation QGIS non officielle

Une série de ressources documentaires non officielles sur QGIS sont disponibles sur le net.

5.2.1. Recherche via Google

Lors d'une recherche d'information sur QGIS, le plus simple et le plus rapide est souvent de :

- Utiliser Google et de faire une recherche classique par mots-clefs en utilisant, entre autre, le mot-clef « QGIS ».

Cette recherche vous redirigera fort probablement vers quelques sites de référence pour l'aide sur QGIS, sites qui peuvent être consultés également directement et qui sont repris dans les sections suivantes.

5.2.2. Les forums : questions et réponses sur QGIS

Voici 3 forums SIG très utilisés :

- « GIS StackExchange » : probablement le meilleur forum sur les SIG, dont QGIS, pour des questions techniques :
    - http://gis.stackexchange.com/ (En)
- « GeoRezo », le portail francophone de la géomatique, et en particulier sa page de forum sur QGIS :
    - http://georezo.net/forum/viewforum.php?id=55 (Fr)
- « forum SIG », un autre forum francophone sur les SIG et la géomatique, et en particulier sa page QGIS :
    - http://www.forumsig.org/tags.php?tag=qgis (Fr)

5.2.3. Quelques bons tutoriaux sur le net

Voici une liste des meilleurs tutoriaux QGIS trouvé sur le net après une brève recherche :

- Initiation à QGIS (par adess) http://www.ades.cnrs.fr/tutoqgis/ (Fr, site web + PDF)
- Tutoriaux QGIS (par Ujaval Gandhi) http://www.qgistutorials.com/fr/ (Fr, En, …, site web + PDF)

- Initiation à QGIS (par Sigea) http://sigea.educagri.fr/tutoriels-de-logiciels-sig/tutoriels-qgis.html (Fr, PDF, web)
- Liste de manuels QGIS sur le site de QGIS : https://www.qgis.org/fr/site/forusers/trainingmaterial/index.html
- Prise en main et perfectionnement à QGIS, par l'espace interministériel français de l'information géographique : http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/qgis-supports-pedagogiques-r947.html (Fr, PDF, HTML)
- Diverses informations sur QGIS, par l'espace interministériel français de l'information géographique : http://www.geoinformations.developpement-durable.gouv.fr/qgis-r625.html (Fr)
- Débuter avec Quantum GIS 2.8 (par Fabien Potiez) disponible ici (Fr, PDF)
- Initiation à QGIS sur les thématiques des « Pays du Sud » et de la « gestion de l'environnement » avec un accent pour la « gestion des risques naturels » : ce manuel : http://hdl.handle.net/2268/190559 (Fr, PDF)

5.2.4. Vidéos sur YouTube

Vidéo des manipulations à faire dans l'interface de QGIS pour arriver à un objectif donné : à rechercher par mots-clefs dans Google ou YouTube

6. Manipuler QGIS

6.1. Explorer des données géographiques dans le « Navigateur QGIS » (En : « QGIS Browser »)

Cette section 6.1:

- Vous fera découvrir l'interface du « Navigateur QGIS »
- Répondra aux questions suivantes concernant les fichiers de données géographiques :
    - Comment sont-ils organisés ?
    - De quoi sont-ils composés ?
    - Comment les explorer ?

Vous aurez de la sorte un bon aperçu et une bonne compréhension des fichiers avec lesquels vous allez travailler dans le cadre de ce TP.

Ouvrez le « Navigateur QGIS » :

- Démarrer > Tous les programmes > QGIS > Navigateur QGIS.
- Naviguez ensuite vers le répertoire : « D:\ Initiation SIG QGIS ACE\DATA» contenant les données avec lesquelles vous allez travailler dans ce TP.

Explorez dans un premier temps le répertoire « D:\Initiation SIG QGIS ACE\DATA\1 Navigateur QGIS Data Exploration\ » (Figure 7).

6.1.1. L'interface du « Navigateur QGIS » (En : « QGIS Browser »)

L'interface du « Navigateur QGIS » s'organise de la façon suivante (Figure 7) :

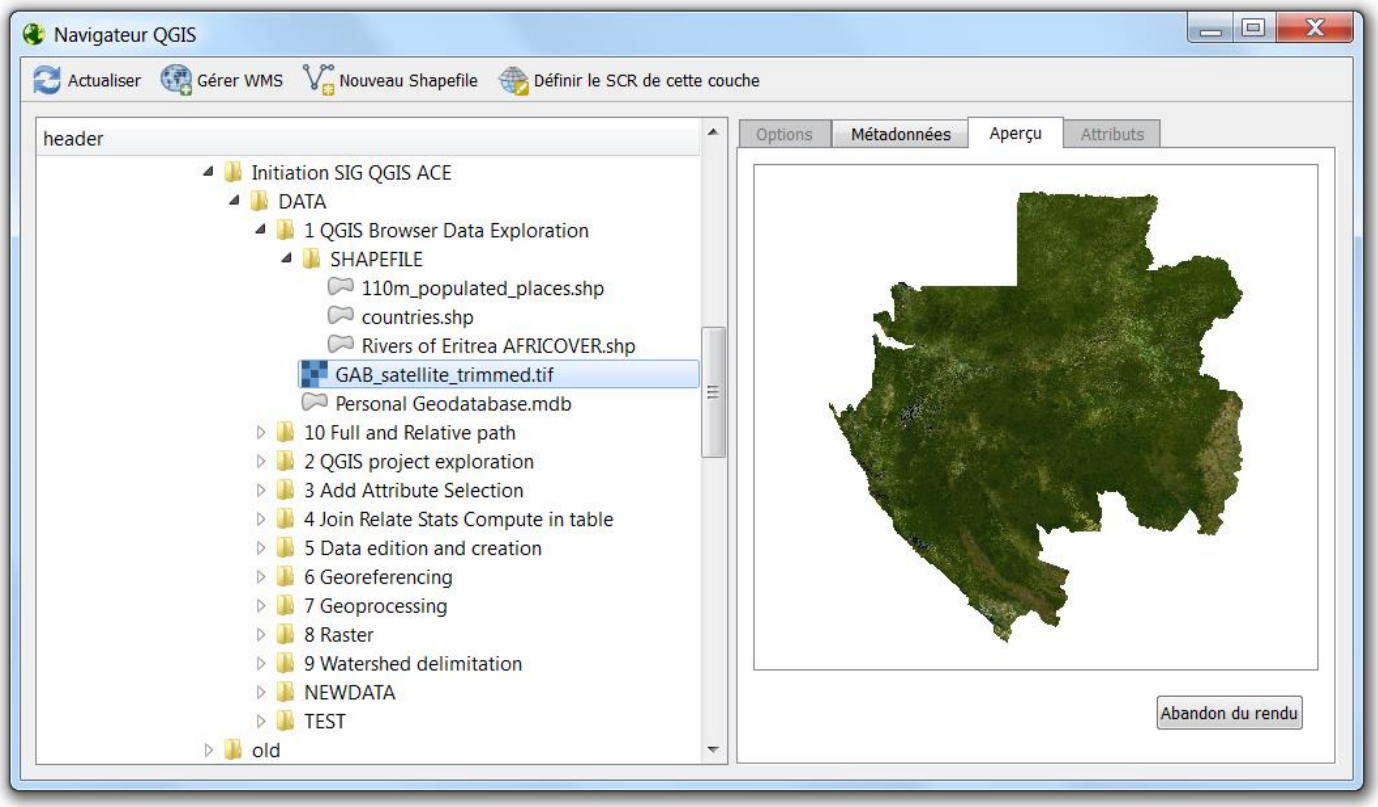


Figure 7 : Interface du « Navigateur QGIS » et aperçu des différents types de fichiers

1. Une **fenêtre d'exploration** de vos données géographiques :
    a. Permet la navigation parmi les fichiers mais ne permet pas la suppression ou la copie de fichiers
    b. Présente chaque donnée géographique comme s'il s'agissait d'un fichier unique (confer la section 6.1.3 ci-dessous)
    c. Permet de gérer les connexions aux Web Map Services (WMS) (confer la section 6.4.4 page 50)
    d. Permet de créer de nouveaux shapefiles (confer la section 6.11 page 87)
    e. Permet de définir le SCR des fichiers (confer la section 6.3.4 page 40)

2. Une **fenêtre de visualisation** de vos données géographiques, composée de 4 **onglets** :
    - L'onglet « Options » (semble être inactif)
    - L'onglet « Métadonnées » : permet de visualiser les métadonnées (données décrivant les données)
    - L'onglet « Aperçus » : permet de visualiser la représentation géographique/spatiale du fichier
    - L'onglet « Attribut » : permet de visualiser la table d'attributs des données vectorielles (table associées aux entités spatiales)

6.1.2. Les types de données géographiques

Vous remarquez que, dans le panneau de navigation du « Navigateur QGIS », les données « vecteur » et « raster » sont reconnues par des icônes spécifiques (Figure 7).

Explorez ensuite très rapidement le reste du dossier « DATA » pour découvrir les données qui seront utilisées dans ce manuel (optionnel).

6.1.3. Manipuler des fichiers de données géographiques dans QGIS

Les fichiers de données géographiques ne sont pas de simples fichiers uniques. A **1 fichier de données géographiques** (par exemple, 1 shapefile ou 1 raster) apparaissant dans le « Navigateur QGIS » correspondent **plusieurs fichiers,** visibles dans l'explorateur Windows. Ces fichiers sont complémentaires et contiennent chacun **une partie de l'information géographique** nécessaire pour une lecture correcte de « ce fichier » par QGIS (Figure 8).

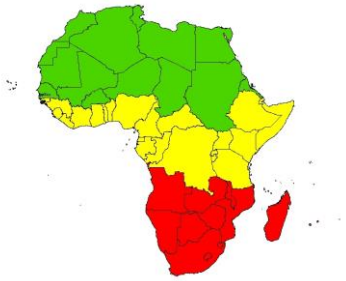
Aperçu du fichier	Extension des fichiers associés	Description des fichiers associés
« Africa_countries_only » 	Africa_countries_only**.shp** (pour « SHaPe »)	La géométrie, les entités géographiques
	Africa_countries_only**.dbf** (pour « DataBaseFile »)	Les données attributaires
	Africa_countries_only**.prj** **OU** Africa_countries_only**.qpj** (pour « Projection »)	Le système de coordonnées
	Africa_countries_only**.qml**	La symbologie
	Africa_countries_only.shx	L'index des enregistrements
	Africa_countries_only.sbn	Index spatiaux n'existant qu'après une requête ou une jointure
	Africa_countries_only.sbx	
	… .xml	Les métadonnées (facultatif)
	…	

Figure 8 : Signification des extensions des différents fichiers constituants un fichier de données géographiques

Pour vous en rendre compte, comparez, dans le Navigateur QGIS et dans l'explorateur Windows (Démarrer > Ordinateur > D >…), chacun des deux fichiers suivants :

- *« D:\Initiation SIG QGIS ACE \DATA\2 QGIS project exploration\Africa countries only\ Africa countries only »*
- *« D:\Initiation SIG QGIS ACE \DATA\2 QGIS project exploration\MAP LIBRARY\ZAI_satellite_trimmed_TIF\ZAI_satellite_trimmed»*

ATTENTION ! Etant donné qu' « un » fichier de données géographiques est en fait composé d'un ensemble de fichiers complémentaires, il est important, lorsque vous **déplacez, renommez,…** vos fichiers, de le faire **via le « Navigateur QGIS »** qui réalisera l'opération comme s'il n'y avait qu'un seul fichier. En particulier, lorsque vous transmettrez vos données à un collaborateur, faites attention à lui **transmettre** l'ensemble des fichiers concernés sans quoi il ne pourra probablement pas utiliser correctement vos données.



6.2. Découverte et gestion d'un projet QGIS

Contextualisation 1

Découverte, navigation et gestion de l'interface QGIS !

A travers cette première contextualisation vous allez apprendre à ouvrir un projet QGIS, découvrir, comprendre et gérer l'interface de QGIS et explorer des données géographiques dans QGIS.

Le projet à utiliser est disponible dans le répertoire : « …/Initiation SIG QGIS ACE/DATA/2 QGIS project exploration/**QGIS project exploration.qgs** »

Contextualisation 1 : Découverte, navigation et gestion de l'interface de QGIS !

6.2.1. Ouvrir un projet QGIS

6.2.1.1. Ouvrir un projet QGIS préexistant

Pour ouvrir un projet QGIS préexistant,

- Soit double-cliquez sur un fichier de projet QGIS « nom_du_projet.qgs »
- Soit ouvrez QGIS et utilisez le menu
  - « Projet > Ouvrir » et naviguez vers le répertoire contenant vers le projet d'intérêt
  - « Projet > Ouvrir un projet récent » et sélectionnez le projet d'intérêt dans la liste

6.2.1.1.1. Problème à l'ouverture d'un projet QGIS préexistant

A l'ouverture d'un projet QGIS préexistant, il se peut qu'une fenêtre intitulée « **Reprendre les mauvaises couches** » apparaisse. Cette fenêtre apparaitra lorsque le projet QGIS que vous ouvrez contenait, la dernière fois qu'il a été enregistré, une ou plusieurs couches d'information qui ne sont plus accessibles par le projet QGIS actuellement. Cela est dû au fait que le(s) répertoire(s) que le projet QGIS avait enregistré pour cette/ces couches n'est (ne sont) plus valable(s). Cela arrive lorsque, entre le dernier enregistrement et l'ouverture actuelle, la (les) couche(s) a (ont) été supprimée(s), renommée(s) ou a (ont) changé de répertoire ou lorsque le fichier de projet QGIS a lui-même été placé dans un autre répertoire.

La fenêtre « **Reprendre les mauvaises couches** » liste la ou les couches pour lesquelles il y a un problème et présente le répertoire que le projet QGIS avait enregistré lors du dernier enregistrement. Pour résoudre ce problème, il vous suffit de :

1. Sélectionner une couche à problème dans cette fenêtre
2. Cliquer sur le bouton « Parcourir » et naviguer vers le répertoire où se trouve effectivement la couche correspondante. Ceci ne sera possible que si la couche correspondante n'a pas été supprimée et que vous savez où elle se trouve, bien entendu
3. Cliquer ensuite sur « Ouvrir » et recommencer pour toutes les couches à problème

4. Cliquer ensuite sur « OK »

Le projet QGIS s'ouvrira normalement une fois tous les répertoires retrouvés. Si un répertoire ne peut être retrouvé, la couche correspondante sera supprimée du projet QGIS.

Pour en savoir plus sur les modalités d'enregistrement d'un projet QGIS et comment un projet QGIS retrouve les données sources qu'il doit afficher dans son interface, consultez la section « **6.16 Enregistrement d'un projet QGIS : « chemin relatif » ou « chemin absolu » ?** » page 141.

6.2.1.2. Ouvrir/créer un nouveau projet QGIS

Pour ouvrir/créer un nouveau projet QGIS,

- Soit,
  - Cliquez sur « Démarrer > Tous les programmes > QGIS > QGIS Desktop»
  - Utilisez le menu « Projet > Nouveau »
- Soit,
  - Utilisez l'icône de raccourci vers « QGIS Desktop » disponible sur le bureau de l'ordinateur
  - Utilisez le menu « Projet > Nouveau »

6.2.2. Structure d'un projet QGIS

Vous devriez maintenant avoir en face de vous le projet QGIS repris à la Figure 9 (sans les annotations rouges).

L'« **interface principale de QGIS** », aussi appelée « **Canevas de QGIS** » s'organise de la manière suivante :

1. Un panneau appelé « **Couches** » (En : « Layers ») reprenant une liste des fichiers présents dans le projet QGIS.
2. Une « **Fenêtre de visualisation spatiale** » des données activées dans le panneau « Couches ».
3. Une « **Barre de menus** » comprenant toute une série de fonctionnalités sous forme de menus déroulants
4. Des barres d'outils, permettant diverses opérations par l'intermédiaire de boutons dont l' « **Ajout de couches** » dans le projet QGIS
5. Un panneau « **Explorateur** » qui permet de naviguer dans les répertoires comme le « Navigateur QGIS » (confer section 6.1.1 ci-dessus)
6. Un panneau « **Chemin le plus court** », un outil de QGIS. *Vous n'aurez pas besoin de cet outil dans le cadre de ce manuel, et vous pouvez donc le fermer via la petite croix en haut à droite de ce panneau.*
7. La barre inférieure reprenant quelques outils et fonctionnalités dont les « **Coordonnées du pointeur** » dans le système de coordonnées du projet QGIS, l' « **Echelle** » de l'affichage actuel dans la fenêtre de visualisation et le « **Système de coordonnées du projet QGIS** ».

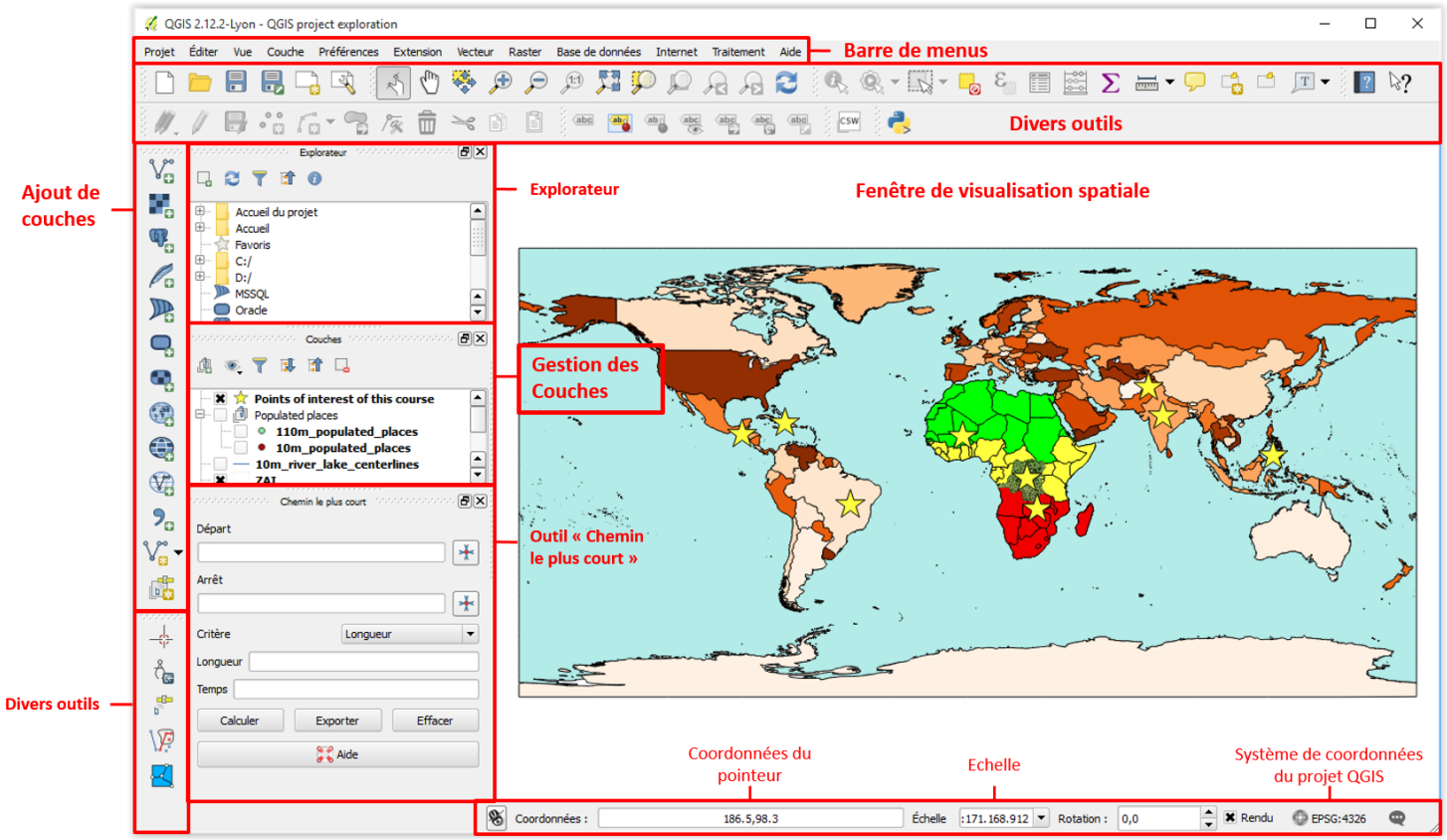


Figure 9 : Structure de l'interface de QGIS

6.2.3. Afficher les couches (En : layers) d'information

Pour **afficher / ne plus afficher une couche**, il suffit de cocher / décocher la case située à gauche du nom de la couche.

- Cochez/décochez, par exemple, la case à la gauche de la couche *« 10m_river_lake_centerlines »*

Remarquez la barre d'outil  qui permet de contrôler les couches : ajouter un groupe, contrôler la visibilité, filtrer la légende, étendre, réduire, supprimer.

La fenêtre de visualisation de QGIS affiche les données géographiques sélectionnées dans la table des matières comme une **superposition de couches** les unes sur les autres selon l'ordre défini dans la table des matières (la première couche de la table des matières sera affichée au-dessus des autres dans la fenêtre de visualisation).

Pour **modifier l'ordre des couches**, sélectionnez une couche en cliquant sur son nom et déplacez là en-dessous ou au-dessus de son emplacement initial, par exemple :

- Cliquez sur le nom de la couche *« 10m_river_lake_centerlines »* dans la table des matières et faites-la glisser en-dessous de la couche « countries ». Que constatez-vous dans la fenêtre de visualisation ? (Réponse : la couche *« 10m_river_lake_centerlines »* est cachée par la couche « countries » qui se trouve au-dessus).

Attention, lors de l'addition de nouvelles données, QGIS place la nouvelle couche dans le panneau « Couches » au-dessus de la couche qui a été sélectionnée la dernière dans ce panneau.

6.2.4. Naviguer dans la fenêtre de visualisation

Les outils de navigation sont disponibles dans la barre d'outils suivante appelée « Barre d'outils du Navigateur de carte » :



- Utilisez ces outils pour naviguer de la manière suivante :
  - Zoomez sur l'Inde 
  - Zoomez sur l'ensemble de vos données (affichées ou non). 
  - Pour trouver facilement la RDC, faites un clic-droit sur le nom de la couche « ZAI » (« Zaïre ») et choisissez **« Zoomer sur la couche ».**
  - Pour retourner en Inde facilement, utilisez la flèche bleue de gauche de retour au zoom précédant .
  - Utilisez la flèche bleue de droite pour revenir en RDC. 
  - Visualisez maintenant la RDC avec les 3 échelles suivantes : 1/24 000, 1/500 000, 1/100 000 000 000. Pour ce faire, utilisez le menu déroulant ou entrez les valeurs d'échelles désirées dans le **menu « Echelle » en bas à droite de l'interface de QGIS**. L'affichage résultant vous parait-il logique ? Qu'est-ce qu'une « grande » et « petite » échelle ? Réponse dans l'encadré ci-dessous.
  - Pour identifier un point dont vous avez les coordonnées, utilisez **l'outil « ZoomToCoordinates »** (Figure 10). Cet outil est une extension (En : plugin) qui doit être installée (Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > ZoomToCoordinates » : l'installer (confer la section 6.2.7 page 33)). Une fois installé, cet outil apparait comme un nouveau bouton  dans l'interface de QGIS. Par exemple, pour identifier le « Sanctuaire des Bonobos » au Sud de Kinshasa, dont les coordonnées en Degrés Décimaux sont : longitude (X) = 15.266, latitude (Y) = -4.488.
    - Cliquez sur le bouton 
    - Dans la fenêtre « ZoomToCoordinates», indiquez les coordonnées ciblées. Attention, les unités utilisées dans cet outil sont celles du projet QGIS, dans ce cas-ci, des Degrés Décimaux.

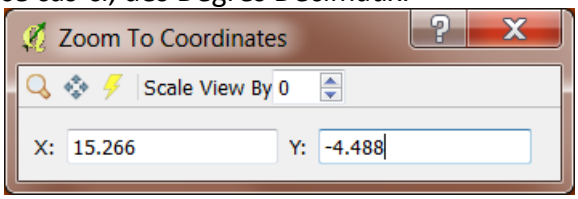
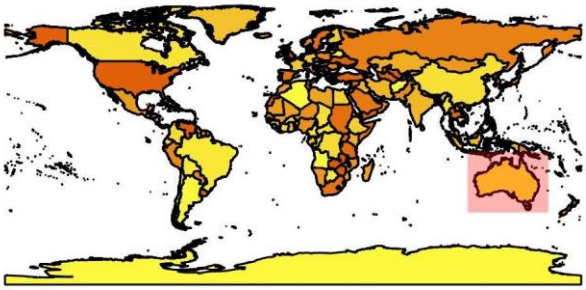


Figure 10 : Fenêtre de l'outil « Zoom To Coordinates »

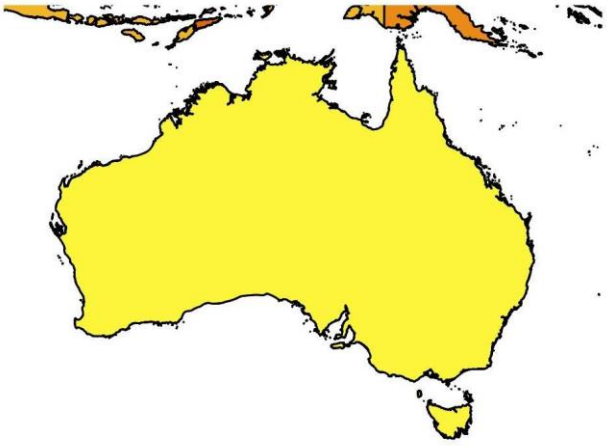
    - Choisissez l'outil « Zoom to » qui devrait vous permettre de zoomer sur l'endroit cible.

Question d'échelles !

- Les petites échelles correspondent à de petites valeurs d'échelle, soit de grands dénominateurs dans les fractions représentants les échelles. Elles sont utilisées pour représenter de grandes surfaces avec peu de détails (ex : le monde au 1/500 000 000. Dans ce cas, 1cm sur la carte égale 500 000 000 cm dans le monde réel, soit 5 000 km).
- Les grandes échelles, inversement, seront utilisées pour représenter de petites surfaces avec beaucoup de détails (ex : un quartier au 1/10 000. Dans ce cas, 1cm sur la carte égale 10 000 cm dans le monde réel, soit 100 m).



Plus petite échelle = plus grande étendue
1 / 500 000 000



Plus grande échelle = plus petite étendue
1 / 50 000 000

Note 1 : Question d'échelle !

6.2.5. Définir la gamme d'échelle de visibilité d'une couche

A l'aide des indications ci-dessous, modifiez la gamme d'échelle de visibilité de la couche « 10m_populated_places » et faites en sorte que cette couche ne s'affiche plus à des échelles inférieures à 1 / 10 000 000. Au préalable, vous aurez rendu cette couche visible en la cochant dans le panneau « Couches ». Vérifiez votre manipulation en modifiant l'échelle d'affichage en deçà et au-delà de 1 / 10 000 000.

Il est possible de définir une gamme d'échelle, pour une couche donnée, en dehors de laquelle la couche ne s'affichera pas dans QGIS, même si la couche est activée.

Ceci est particulièrement utile dans **2 situations** :

- Lorsque la couche présente une très grande densité d'information qui résulte en une représentation graphique qui sera d'autant plus surchargée et illisible que cette couche est visualisée avec une échelle plus petite. Dans ce cas, il peut être utile de définir une échelle en deçà (vers un dénominateur plus grand : zoom out) de laquelle la couche ne s'affiche plus. Par exemple, un fichier qui contiendrait toutes les villes et villages du monde n'offre pas une visualisation de qualité s'il est visualisé à l'échelle de la planète sur un écran d'ordinateur.
- Lorsque la couche correspond à une information à visualiser à une petite échelle (par exemple, à l'échelle des pays du monde) et que cette information n'est plus du tout

pertinente, voire devient gênante, lorsqu'un zoom (in) est effectué pour s'intéresser à une information concernant une échelle plus grande (par exemple, à l'échelle sous nationale).

Pour modifier l'échelle de visibilité d'une couche (Figure 11):

- « Clic-droit sur la couche > Définir l'échelle de visibilité » et paramétrer cette fenêtre comme désiré
    - Minimum : en deçà de cette échelle (vers un dénominateur plus grand : zoom out), la couche ne sera pas visible
    - Maximum : au-delà de cette échelle (vers un dénominateur plus petit : zoom in), la couche ne sera pas visible
    - La couche sera donc visible entre les 2 échelles minimum et maximum indiquées

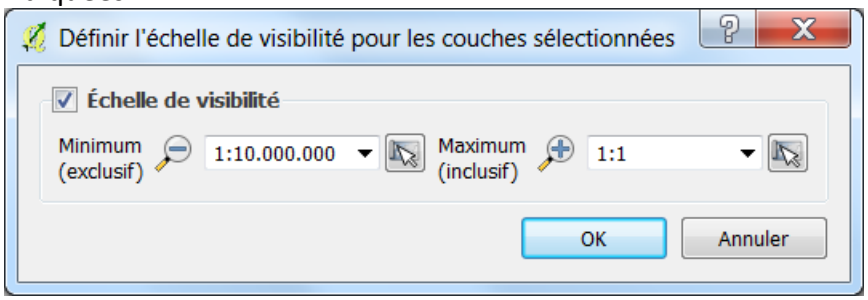


Figure 11 : Fenêtre de définition de l'échelle de visibilité pour les couches sélectionnées

6.2.6. Ajouter / enlever / déplacer une barre d'outils, un panneau

Pour **ajouter / enlever** une barre d'outils ou un panneau, vous avez le choix :

1. Soit, s'il s'agit d'un outil principal de QGIS ou d'un panneau :
    - Cliquez sur le menu déroulant « Vue > barre d'outils » ou « Vue > Panneaux » de la barre de menu principale d'QGIS
    - Sélectionnez les outils/panneaux désirés
2. Soit, s'il s'agit d'un outil dépendant d'une extension :
    - Via le menu « Extension » et
    - Sélectionnez les outils désirés

Pour **déplacer** une barre d'outils :

- Cliquez sur la petite barre verticale à l'extrémité gauche de la barre d'outils et déplacez-la avec la souris
- Ou sur le titre du panneau

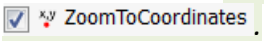
6.2.7. Installer et afficher une extension (En : plugin) dans QGIS

QGIS met à disposition une très grande séries d'extensions (+/- 550 au moment d'écrire ces lignes). Les extensions ont des fonctionnalités très diverses (gestion des données, visualisation, édition, géotraitement,…). Les extensions ont leur propre page web https://plugins.qgis.org/. Une liste des plugins populaires est disponible ici https://plugins.qgis.org/plugins/popular/.

Certaines extensions sont installées automatiquement lors de l'installation de QGIS (+/-15). D'autres par contre nécessitent une installation manuelle à travers l'interface de QGIS. Il ne faut installer une extension donnée qu'une seule fois. Après installation, une extension sera automatiquement accessible (installée et activée) dans tous les projets QGIS ouvert postérieurement.

Pour **installer une extension dans QGIS** :

- Veillez à être **connecté à internet** pour avoir accès à la liste des extensions disponibles. Les extensions sont en effet stockées dans un dépôt (En : repository, https://plugins.qgis.org/plugins/) sur le web, dépôt auquel QGIS doit pouvoir se connecter pour les charger puis les installer.
- Pour **rechercher une extension**:
    - Allez dans le menu de QGIS « **Extensions > Installer / Gérer les extensions** » et cliquez sur l'onglet « Toutes » pour visualiser la liste de toutes les extensions QGIS disponibles
- Les extensions déjà installées sont souvent identifiées par une icône spécifique alors que celles non installées sont identifiées par l'icône .
- Pour **installer une extension**, il suffit de :
    - Sélectionner l'extension désirée dans la liste
    - Cliquer sur le bouton « Installer l'extension » en bas à droite de la fenêtre des extensions.

  Après quelques secondes, l'extension sera installée et un message apparaitra furtivement pour vous le confirmer. Une fois l'extension installée, un petit carré apparaitra à la gauche de l'extension dans la liste et une icône spécifique sera souvent utilisée. *Par exemple pour l'extension « ZoomToCoordinates » :*
  

  .

Pour **afficher une extension** :

- Il faut que l'extension soit installée (confer ci-dessus).
- Il faut que le petit carré à la gauche de l'extension dans la liste des extensions soit coché.

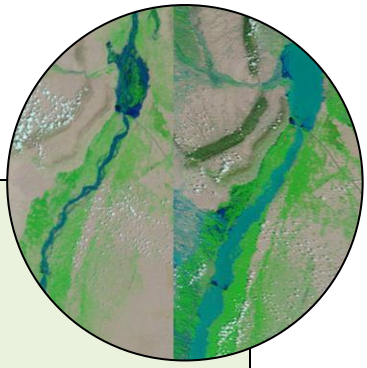
6.2.7.1. Liste des extensions utilisées dans le cadre de ce manuel

Les extensions utilisées dans le cadre de ce manuel sont, par ordre alphabétique :

Extension	Utilité	Section	Page
Diverses extensions d'édition	Edition de données vectorielles	6.11.1.2	88
GroupStats	Calcul de statistiques par groupe sur un champ (une colonne) d'une couche vectorielle	6.10.1.3	74
NNJoin	Jointure spatiale avancée	6.9.1.2.3	70
Mask	Réalisation de masque pour la mise en page cartographique	6.17.12	155
OpenLayers Plugin	Visualisation, dans l'interface QGIS, via internet, d'une série de données mondiales (images satellites, relief, etc)	6.4.3	49
Statist	Calcul des statistiques basiques sur un champ (une colonne) d'une couche vectorielle et affiche un graphique de la distribution de la fréquence des valeurs du champ	6.10.1.4	76
XyTools	Ouverture des feuilles de calculs au format Libre/OpenOffice ou Excel et avec des colonnes XY dans QGIS comme couche de points Exportation des tables d'attributs depuis QGIS vers le format Excel	6.4.2.1	46
ZoomToCoordinates	Identification d'une position à partir de ces coordonnées XY	6.2.4	30

Fermez votre projet QGIS sans l'enregistrer.

Vous voilà maintenant familiarisé avec l'interface de QGIS !



Contextualisation 2

Inondation au Pakistan suite à une mousson extrêmement importante

La vallée de l'Indus au Pakistan subi une importante inondation suite à une mousson extrêmement longue et importante. Les villages de la vallée subissent d'importants dégâts, notamment la destruction des réserves de riz qui constituent la base de la nourriture des villageois. La famine menace.





Le Croissant Rouge désirerait identifier les villages les plus vulnérables pour prioriser les zones d'apport de nourriture par hélicoptère.

*Les **données disponibles** sur la région sont :*

- *Un fichier Excel « Populated_places_PAKISTAN.xls » correspondant aux principales zones peuplées du Pakistan. Les colonnes de ce fichier sont : PPPTNAME, le nom des villages ; X_LONGITUD, la longitude des villages ; Y_LATITUDE, leur latitude ; Place_type, le type de construction principal rencontré dans la zone (« earth » : en terre ; « concrete » : en dur). Ces coordonnées sont exprimées dans le système « WGS84, EPSG : 4326 ».*
- *Un fichier shapefile (vecteur) « 10m_river_lake_centerlines.shp » : cette couche identifie la ligne centrale des plus grands fleuves du monde.*
- *Un fichier shapefile (vecteur) « FLOOD_EXTENT_24_AUGUST_2010_MODIS_AQUA.shp » identifiant les zones touchées par l'inondation à la date du 24 août 2010 (zones identifiées à partir d'une image du satellite « MODIS Aqua »). (Source : https://data.hdx.rwlabs.org/dataset/fl20100802pak-flood-vectors-modisaqua-24-august-2010) (shapefile téléchargé en base de données de format ArcGIS puis converti en shapefile dans ArcGIS pour QGIS)*
- *Un fichier shapefile (vecteur) « FLOOD_EXTENT_24_AUGUST_2010_MODIS_AQUA_BUFFER_5KM.shp » correspondant à une zone tampon de 5 km autour des zones touchées par l'inondation à la date du 24 août 2010, soit la zone maximale dans laquelle l'inondation risque d'avoir des conséquences graves sur les populations.*
- *Un fichier au format « KML » (vecteur) identifiant les districts pakistanais affectés par l'inondation : « affected_district_20092010.shp.kml » (Source : http://floods2010.pakresponse.info/MapCenter/GISData.aspx). (Ce fichier peut également s'ouvrir dans l'application « Google Earth » directement par double-clics si « Google Earth » est installé sur votre PC. « Google Earth » est une application indépendante de QGIS qui peut être téléchargée gratuitement ici*

http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html. L'installation de « Google Earth » sur votre PC est simple et rapide. Une fois installé sur votre PC « Google Earth » peut être utilisé pour visualiser le fichier « KML » ci-dessus. L'utilisation de « Google Earth » n'est pas obligatoire pour la réalisation de cet exercice mais constitue un petit plus.

- *2 images satellites (raster) issues du satellite MODIS TERRA à 1 km de résolution spatiale et datant du 31 juillet 2009 et 2010, soit en situation normale (2009) et en situation d'inondation (2010) : (Source : http://lance-modis.eosdis.nasa.gov/imagery/subsets/?subset=Pakistan)*
  - *Pakistan_31_JULY_2009_TERRA_1km_CLIP.tif*
  - *Pakistan_31_JULY_2010_TERRA_1km_CLIP.tif*

*→ Le Croissant Rouge vous demande, en tant que spécialiste en SIG, d'identifier les zones d'actions prioritaires, définies comme étant **les villages en terre en zone inondée**. Vous devrez :*

- *Créer un nouveau projet QGIS*
- *Y insérer les données disponibles sur votre PC et certaines données disponibles via internet*
- *Prendre connaissance de leur contenu informatif*
- *Identifier les villages en terre les plus vulnérables à l'aide d'outils de sélection*
- *Produire un fichier identifiant ces villages*

Contextualisation 2 : Inondation au Pakistan suite à une mousson extrêmement importante

6.3. Créer un nouveau projet QGIS

Pour créer un nouveau projet QGIS:

- Démarrez QGIS.

Une nouvelle interface vierge de QGIS apparait.

- Enregistrez votre nouveau projet QGIS à l'aide du menu « Projet > Enregistrer sous… » dans le répertoire de votre choix, *dans ce cas-ci «D:\Initiation SIG QGIS ACE \DATA\ 3 Add Attribute Selection\» et appelez-le « Pakistan_floods_VotreNOM.qgs ».*

6.3.1. Modifier les propriétés d'un projet QGIS

A l'aide des indications ci-dessous :

- *Définissez des degrés décimaux comme unités des coordonnées géographiques de l'interface de QGIS.*
- *Donnez comme titre à votre projet « PAKISTAN FLOODS » (facultatif).*

Les propriétés d'un projet QGIS sont accessibles et modifiables via le menu :

- Projet > Propriétés du projet…

Notez la possibilité de:

- Dans l'onglet « Général » :
  - Donner un « **Titre de projet** »
  - Choisir la « **Couleur de la sélection** » (confer la section « 6.6

Sélectionner des données, page 57 »)
    - « **Enregistrer les chemins** » en « **relatif** » ou « **absolu** » (confer section « 6.16 Enregistrement d'un projet QGIS : « chemin relatif » ou « chemin absolu » ? » page 141)
    - Choisir les « **Unités du canevas** » : mètres, pieds, miles nautiques, différentes expressions des degrés.
        - Ce sont les unités qui seront utilisées dans la fenêtre « Coordonnées » en bas au centre de l'interface principale du projet QGIS. Ces coordonnées renseignent sur la position géographique du curseur dans l'interface spatiale.

- Dans l'onglet « SCR » :
    - D'activer la **projection « à la volée » et de choisir le système de coordonnées du projet QGIS :** confer section 6.3.2 ci-dessous.

6.3.2. Définir le système de coordonnées d'un projet QGIS

Comme vous allez travailler sur une base de données mondiale exprimée dans le système de coordonnées géographique « WGS 1984 », utilisez ce système pour votre projet QGIS.

La première chose à faire lors de la création d'un nouveau projet QGIS est de définir le système de coordonnées dans lequel vous voulez travailler.

!! Le système de coordonnées d'un projet QGIS est le système utilisé pour représenter (afficher) les fichiers géographiques dans l'interface du projet QGIS !!
Si le(s) système(s) de coordonnées dans le(s)quel(s) sont exprimés les fichiers géographiques d'un projet QGIS sont différents du système de coordonnées du projet QGIS, les fichiers géographiques seront **projetés « à la volée »**, c'est-à-dire au moment de et pour l'affichage dans le système de coordonnées du projet QGIS. Les fichiers géographiques en tant que tel ne sont pas modifiés. → Il est donc possible que le projet QGIS et les fichiers géographiques soient exprimés dans des systèmes de coordonnées différents !

Lors de la création d'un nouveau projet QGIS, le **système de coordonnées par défaut** du projet est :

- WGS 84 (EPSG 4326), le World Geographic System 1984, le système de coordonnées géographique le plus souvent utilisé.

Pour **modifier le système de coordonnées d'un projet QGIS**, il y a 2 possibilités :

1. Le système de coordonnées du premier fichier ajouté dans un nouveau projet QGIS sera utilisé pour modifier et définir le système de coordonnées du projet QGIS
2. Le système de coordonnées du projet QGIS peut être modifié via le menu :
    - Projet > Propriétés du projet > SCR >
    - Cocher « Activer la **projection « à la volée »** »
    - Choisissez le **système de coordonnées désiré pour le projet QGIS**. Le système de coordonnées sélectionné et quelques-unes de ses propriétés apparaissent en bas de la fenêtre « Propriétés du projet | SCR ».
    - Cliquez sur « OK »

Pour en savoir plus sur l'**utilisation des projections** dans QGIS, voir la documentation QGIS suivante :

- https://docs.qgis.org/2.2/fr/docs/user_manual/working_with_projections/working_with_projections.html

Pour **visualiser l'effet d'un changement du système de coordonnées d'un projet QGIS sur la représentation spatiale des données :**

(Attention, ne faites ce changement de système de coordonnées que lorsque vous serez arrivé à la fin de la section « 6.4.1.1 Ajouter une couche vecteur dans QGIS », page 44, et que vous aurez devant vous un projet QGIS avec une visualisation de l'ensemble des pays du monde)

- Dans un projet QGIS, zoomez sur une étendue suffisamment grande que pour pouvoir voir cet effet, par exemple, l'ensemble des pays du monde.
- Modifiez le système de coordonnées du projet QGIS (confer la section 6.3.2 ci-dessus) en choisissant successivement :
    - Sphere_Equidistant_Cylindrical (EPSG : 53002): projection cylindrique conservant les surfaces mais pas les distances et les directions
    - World_Equidistant_Conic (EPSG : 54027): projection conique ne conservant pas les surfaces
    - World_Mercator (EPSG : 54004): projection conservant les angles mais déformant les distances
    - Belge_Lambert_1972 (EPSG : 103300): projection adaptée à et centrée sur la Belgique

Remarque :

- GCS = Geographic Coordinate System = système de coordonnées géographique
- WGS = World Geodesic System = système géodésique mondial

Pour en savoir plus sur les **systèmes de coordonnées** et les **projections cartographiques**:

- Systèmes de Coordonnées de Référence (SCR) dans la **documentation QGIS** : http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/gentle_gis_introduction/coordinate_reference_systems.html
- Les projections cartographiques et les systèmes de coordonnées dans l'**aide online d'ArcGIS** : http://help.arcgis.com/fr/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/na/003r00000001000000/

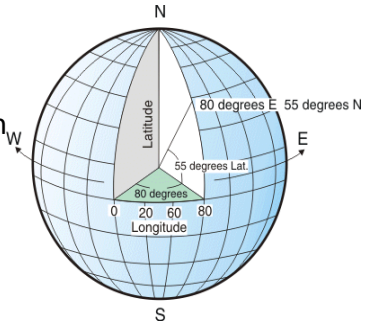
6.3.3. A propos des systèmes de coordonnées

Un **système de coordonnées géographiques** est

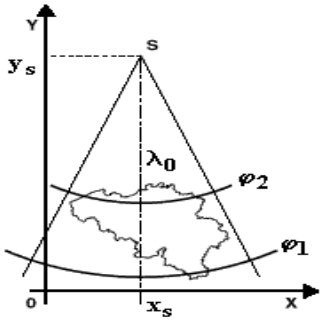
- Un référentiel dans lequel on peut représenter des éléments dans l'espace. Ce système permet de se situer sur l'ensemble du globe terrestre grâce à un couple de coordonnées géographiques (Source : Wikipedia)

On distingue habituellement les :

- Systèmes de Coordonnées **Géographiques** (SCG-GCS) : qui utilisent une surface sphérique (à 3 dimensions) pour déterminer la position sur la terre à l'aide de coordonnées appelées « latitude » et « longitude » qui sont généralement exprimées en degrés et correspondent à des angles formés par les droites reliant le point à positionner à la surface de la terre, le centre de la terre et une origine à la surface de la terre définie par un méridien (de Greenwich souvent) et une parallèle (l'Equateur souvent) d'origine. (Figure : sphère)



- Système de Coordonnées **Projetées** (SCP) : qui utilise une représentation plate (à 2 dimensions) pour déterminer la position sur la terre à l'aide de coordonnées « X,Y » linéaires (des mètres par exemple) d'une grille ayant une origine propre au système. Le système de coordonnées projetées est toujours basé sur un SCG. (Figure : plan)



Système **UTM** (Universal Transverse Mercator)

- SCP très souvent utilisé
- Sont répartis en zone Nord (N) et Sud (S) par rapport à l'équateur
- Nombreuses variantes (recherchez « utm » dans le menu QGIS « Projet > Propriétés du projet > SCR > Cochez « Activer la projection « à la volée » » > Filtre: tapez « utm » »)
- Voir également le fichier shapefile « UTM_ZONES.shp »

Système **WGS 1984**

- SCG très souvent utilisé
- Vous le trouverez dans QGIS en tapant dans le filtre de recherche de SCR « WGS 84 EPSG : 4326 »

En **Belgique**

- En Belgique le sysème « Belge Lambert 1972 » est le plus utilisé traditionnellement.
- Ce système a des mètres pour unité et prend son origine (point 0,0) au Sud-Ouest de la Belgique (Figure : plan)
- Plus récemment le système « Belge Lambert 2008 » a été adopté.

Le « **système géodésique** » (Fr) ou « **datum** » (En) : permet d'incorporer les variations locales d'altitude non exprimée par le sphéroïde ou ellipsoïde (dérivé 3D d'une ellipse) qu'il accompagne.

Note 2 : A propos des systèmes de coordonnées

6.3.4. Gestion des systèmes de coordonnées des fichiers de données géographiques dans QGIS

Attention, il ne faut pas confondre :

- Le système de coordonnées d'un projet QGIS (confer la section 6.3.2 ci-dessus) : c'est le système dans lequel toutes les couches d'un projet QGIS sont affichées (représentées) dans l'interface du projet QGIS.
- Le système de coordonnées d'un fichier de données géographiques (fichier vecteur ou raster) : c'est le système dans lequel est exprimé un fichier particulier. Pour les fichiers shapefile vectoriels, les informations sur ce système sont reprises dans le fichier avec l'extension « .prj » ou « .qpj » (confer section « 6.1.3 » ci-dessus).

Par exemple, un projet QGIS utilisant le système de coordonnées « A » peut contenir 3 couches d'informations exprimées respectivement dans les systèmes de coordonnées « A », « B » et « C ». Les 3 couches seront affichées dans le système de coordonnées « A » même si elles sont exprimées dans les systèmes « A », « B » et « C ».

2 cas de figure qui amènent l'utilisateur à devoir **définir ou modifier** le système de coordonnées d'un fichier de données géographiques sont régulièrement rencontrés:

- Le système de coordonnées d'un fichier n'est **pas défini** ou est **mal défini** et doit être **(re-)défini**
- Le système de coordonnées d'un fichier est **défini correctement** et doit être **changé ((re-)projection)**

Ces 2 cas de figure sont présentés dans les 2 sections suivantes en détails (à ne lire qu'en cas de nécessité).

6.3.4.1. Le système de coordonnées d'un fichier n'est pas défini ou est mal défini et doit être (re-)défini

- **Comment savoir si un fichier a un système de coordonnées défini ?**
  - Il est primordial de savoir si un fichier donné a un système de coordonnées défini ou pas. Pour le savoir, plusieurs possibilités existent :
    - Pour les **fichiers vectoriels**, les informations relatives au système de coordonnées d'un fichier sont enregistrées dans un fichier de même nom que le fichier d'intérêt mais portant l'extension « .qpj » (« .prj » dans ArcGIS). Dans l'explorateur Windows, vérifiez la présence de ce fichier et éventuellement ouvrez ce fichier avec le « bloc note » (En : Notepad) pour y lire le système de coordonnées utilisé.
    - Pour les **fichiers matriciels** il arrive souvent que les informations sur la projection soient contenues directement dans le fichier principal et ne soient donc pas présentées dans un fichier indépendant. Il n'est donc pas possible dans ce cas de déterminer de cette manière si le fichier a un système de coordonnées défini.

Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers (1/4)

- **Lors de l'ajout dans un projet QGIS** d'un fichier sans système de coordonnées défini, la fenêtre « Sélectionneur de système de coordonnées de référence » s'ouvre automatiquement avec le message « Spécifier le SCR pour la couche … ».
    - Ce message signifie que le système de coordonnées n'est pas défini. Cette fenêtre permet d' « indiquer » quel système de coordonnées appliquer au fichier ajouté. Attention, cette opération ne crée pas de fichier de projection avec l'extension « .prj » ou « .qpj » et ne « définit » donc pas à proprement parlé la projection du fichier. Le fichier reste sans système de coordonnées défini mais utilise le système de coordonnées indiqué lors de l'ajout. Ce système est indiqué dans les propriétés de la couche.
    - Si ce message est ignoré (bouton « Annuler »), le fichier sera affiché dans le projet QGIS comme si il était exprimé dans le système de coordonnées « WGS 84, EPSG : 4326 ». Cependant ce système est indiqué dans les propriétés de la couche. Mais aucun fichier « .prj » ou « .qpj » n'est créé.
- Un « Clic-droit sur la couche > Propriétés > Général > Système de coordonnées de référence (SCR) » ne permet donc pas de savoir si un système de coordonnées est réellement défini pour cette couche (confer ci-dessus). Il donne simplement une indication sur le système de coordonnées appliqué à ce fichier dans le projet QGIS actuel.

- **Comment savoir si un fichier a un système de coordonnées mal défini ?**
    - Typiquement, si, lors de l'ajout d'un fichier dans un projet QGIS contenant déjà des données de référence (données dont vous êtes certains de l'exactitude en termes de positionnement et de système de coordonnées), le fichier ajouté ne se positionne pas correctement par rapport aux données de référence, il est fort probable que le système de coordonnées du fichier ajouté soit mal ou pas défini.

- **Comment trouver le bon système de coordonnées dans lequel est exprimé un fichier lorsque l'information n'est pas disponible dans le fichier?**
    - Si vous ne connaissez pas le système dans lequel est exprimé le fichier,
        - Tentez d'obtenir l'information via :
            - Les fichiers accompagnants le fichier principal (métadonnées, etc)
            - Le site web à partir duquel le fichier a été téléchargé
            - La personne qui vous a fourni le fichier
        - **Si l'information est introuvable**, référez-vous à la section ci-dessous « Que faire lorsque l'information sur le système de coordonnées n'est pas disponible ? »

Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers (2/4)

Comment définir le système de coordonnées ?

- Attention ! Cette méthode ne peut être utilisée que si :
  - L'information sur le **système de coordonnées** du fichier (normalement contenue, pour les fichiers vecteur, dans le fichier avec l'extension « .prj » ou « .qpj ») est **absente ou fausse**
  - Le système de coordonnées réel dans lequel est déjà exprimé le fichier est connu de l'utilisateur !
- Pour définir un système de coordonnées d'un fichier il faudra procéder en 2 étapes :
  1. **Indiquer le système de coordonnées à utiliser pour le fichier**
     Ceci peut se faire de différentes manières :
     - Lors de l'ajout de la couche d'intérêt dans un projet QGIS :
       - Si le système de coordonnées n'est **pas défini**, la fenêtre « Sélectionneur de système de coordonnées de référence » s'ouvre automatiquement avec le message « Spécifier le SCR pour la couche … ». Cette fenêtre peut être utilisée pour indiquer le système de coordonnées à appliquer au fichier.
       - Si un système de coordonnées est **défini mais est incorrect**, la fenêtre « Sélectionneur de système de coordonnées de référence » ne s'ouvrira pas et le fichier s'ajoutera dans le panneau « Couches ». Il sera probablement mal positionné dans l'interface géographique, ce qui est révélateur d'un problème, peut-être lié à une mauvaise définition du système de coordonnées du fichier ajouté. Dans ce cas, référez-vous à la section suivante ci-après.
     - Lorsque la couche est déjà présente dans le projet QGIS :
       - « Clic-droit sur la couche > Définir le SCR de cette couche > sélectionnez le bon système », ou
       - « Clic-droit sur la couche > Propriétés > Général > Système de coordonnées de référence (SCR) > bouton « Sélectionner le SCR » »

     Suite à cette « indication », le fichier sera affiché « virtuellement » dans le projet QGIS comme si il était défini dans le système de coordonnées sélectionné, bien qu'il ne possède pas encore un fichier « .prj » ou « .qpj » contenant l'information sur le système de coordonnées.
  2. **Exporter le fichier**
     - Exportez le fichier pour lequel un système de coordonnées a été indiqué via un « Clic-droit sur la couche > Enregistrer sous… ». Le fichier exporté de la sorte sera accompagné d'un fichier « .prj » ou « .qpj » contenant l'information sur le système de coordonnées. Le système de coordonnées de ce nouveau fichier est maintenant « défini ».

Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers (3/4)

- **Que faire lorsque l'information sur le système de coordonnées n'est pas disponible ?**
  - Dans ce cas, le fichier risque de ne pas pouvoir être utilisable. Cependant, plusieurs possibilités permettent de repositionner « correctement » un fichier. Attention, les propositions ci-dessous peuvent déboucher sur des erreurs plus ou moins légères/graves de positionnement.
    - Tentez de définir un système de coordonnées comme expliqué ci-dessus en faisant la meilleure supposition et testez le(s) système(s) au(x)quel(s) vous pensez. Vous jugerez de la justesse du système de coordonnées utilisé sur base du positionnement du fichier corrigé.
    - Une autre possibilité est de :
      - Pour un fichier « **vectoriel** » :
        - Définir le système de coordonnées supposé le plus adéquat
        - **Editer le fichier** pour le déplacer manuellement à la bonne position (confer la section « 6.11 Edition et création de données géographiques » page 87)
      - Pour un fichier « **raster** » :
        - Définir le système de coordonnées supposé le plus adéquat
        - Procéder à un « **géoréférencement** » (confer la section « 6.12 Géoréférencement » page 96)

6.3.4.2. Le système de coordonnées d'un fichier est défini correctement et doit être changé

- **Comment connaitre le système de coordonnées d'un fichier ?**
  - Confer la même question dans la section 6.3.4.1 ci-dessus.

- **Comment passer d'un système de coordonnées correct d'un fichier vers un autre ?**
  - Il faut « **re-projeter** » le fichier, depuis le système de coordonnées dans lequel il est exprimé, système connu de QGIS (et donc déjà défini), vers le système de coordonnées cible.
  - La re-projection se fait à l'aide d'outils différents selon que le fichier est de type vecteur ou raster :
    - Pour reprojeter un **fichier vecteur** :
      - Utiliser l'outil « Reprojeter une couche »
      - Cet outil se trouve dans le panneau « Boite à outils de traitements », dans, via l'interface avancée, « **Géotraitements QGIS > Outils généraux de vecteurs > Reprojeter une couche** » (confer la section « 6.13.1 Accéder aux outils de géotraitement, page 106 »).
    - Pour reprojeter un **fichier raster** :
      - Utiliser l'outil GDAL/OGR « Projection (warp) »
      - Cet outil se trouve dans le panneau « Boite à outils de traitements », dans, via l'interface avancée, « **GDAL/OGR > [GDAL] Projections > Projection (warp)** » (confer la section « 6.13.1 Accéder aux outils de géotraitement, page 106 »).

Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers (4/4)

6.4. Ajouter des données

Vous allez ajouter dans votre projet QGIS les données disponibles pour cet exercice.

Plusieurs méthodes existent pour ajouter des données dans QGIS. La barre d'outils « Contrôle des couches » permet d'ajouter différents types de données (vecteur, raster, PostGIS, Spatialite, …, WMS, WCS, WFS, texte délimité,…).

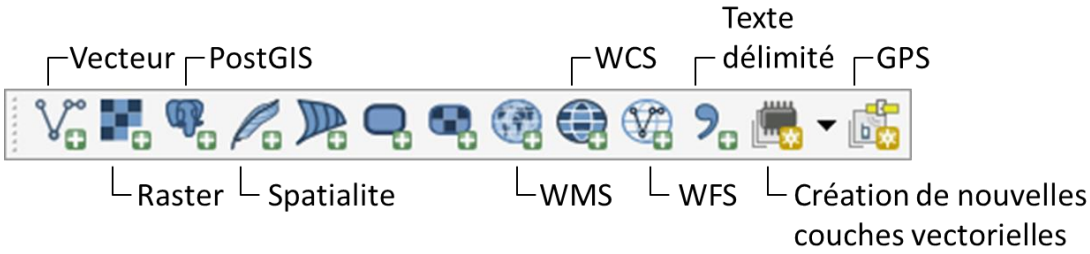


Figure 12 : Barre d'outils « Contrôle des couches » pour ajouter des données dans QGIS

6.4.1. Ajouter des données « vecteur » et « raster » présentes sur votre PC

Vous allez ajouter dans votre projet QGIS les données au format vecteur et raster disponibles pour cet exercice.

6.4.1.1. Ajouter une couche vecteur dans QGIS

- Cliquez sur le bouton 
- Choisissez le type de source, le codage et la source.

Dans ce cas-ci, choisissez comme :

- Type de source : « Fichier »
- Codage : « System »
- Source :
  - *Naviguez vers « D :\Initiation SIG QGIS ACE\DATA\3 Add Attribute Selection\» et sélectionnez les données vectorielles suivantes présentes dans ce répertoire :*
    - *« 10m_river_lake_centerlines.shp »*
    - *« affected_district_20092010.shp.kml »*
    - « FLOOD_EXTENT_24_AUGUST_2010_MODIS_AQUA.shp »
    - « FLOOD_EXTENT_24_AUGUST_2010_MODIS_AQUA_BUFFER_5KM.shp »
  - *Naviguez vers « D:\Initiation SIG QGIS ACE\DATA\1 Navigateur QGIS Data Exploration\SHAPEFILE\ » et ajoutez le fichier « countries.shp», qui se situe dans ce répertoire*

Vos données s'ajoutent dans la fenêtre de visualisation.

- Visualisez les différentes couches d'information

- Si nécessaire, dans le panneau « Couches », pour assurer une bonne visualisation des informations ajoutées,
    - Modifiez l'ordre des couches
    - Activez/désactivez certaines couches
    - Zoomez sur l'étendue d'une couche en particulier, par exemple via un « Clic-droit sur le nom de la couche > Zoomer sur la couche ».

Remarque : pour visualiser l'effet d'un changement du système de coordonnées d'un projet QGIS sur la représentation spatiale des données, reportez-vous aux indications données à la fin de la section « 6.3.2 Définir le système de coordonnées d'un projet QGIS », page 37, ci-dessus.

6.4.1.2. Ajouter une couche raster dans QGIS

- Cliquez sur le bouton 
- Naviguez vers le raster à ajouter

Dans ce cas-ci:

- *Naviguez vers « D:\ Initiation SIG QGIS ACE\DATA\3 Add Attribute Selection \ »*
- *Sélectionnez les 2 fichiers raster* présents dans ce répertoire*:*
    - « Pakistan_31_JULY_2009_TERRA_1km_CLIP.tif »
    - « Pakistan_31_JULY_2010_TERRA_1km_CLIP.tif »

6.4.2. Ajouter des données ponctuelles XY (GPS par exemple)

Vous allez utiliser le fichier Excel « Populated_places_PAKISTAN.xls » contenant les coordonnées des principales zones peuplées du Pakistan, exprimées dans le système de coordonnées « WGS84 EPSG : 4326 », *pour les positionner sur la carte via la création d'un fichier shapefile de points. Vous exporterez la couche de points importée comme nouveau fichier shapefile indépendant que vous nommerez « Populated_places_PAKISTAN.shp ». Utilisez les indications de la section 6.4.2.1.*

- Ouvrez le fichier contenant les données ponctuelles XY en dehors de QGIS pour en avoir un aperçu. *Comme, dans ce cas-ci, vos données GPS sont dans un tableur « Excel », utilisez Excel pour les visualiser. Après visualisation, fermez Excel.*

2 méthodes sont présentées dans les 2 sections suivantes pour importer des données ponctuelles XY.

!! Pour une procédure plus générale, reprenant notamment les conditions que la construction d'un tableur de données ponctuelles XY doit remplir avant l'importation dans QGIS, voir l'*Annexe 4* « **Fiche technique pour l'importation de points XY (GPS par exemple) dans QGIS à partir d'un tableur** ».

6.4.2.1. Ajouter des données ponctuelles XY à partir d'un tableur (Excel ou Libre/OpenOffice par exemple)

Pour importer des données ponctuelles XY à partir d'un tableur Excel ou Libre/OpenOffice, utilisez l'outil « **XyTools** ». Cet outil est une extension (En : plugin) qui doit être installée (Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > XyTools » : l'installer (confer la section 6.2.7 page 33)). Une fois installé, cet outil apparait dans le menu de QGIS « Vecteur > XY tools ».

- Cliquez sur le menu correspondant :
  - Soit « Vecteur > XY tools > Open Excel file as attribute table or Point layer »
  - Soit « Vecteur > XY tools > Open Libre/OpenOffice Calc file as attribute table or Point layer »
- Naviguez vers le fichier à importer (*dans ce cas-ci, « Populated_places_PAKISTAN.xls »*), sélectionnez-le et cliquez sur « Open »
- Sélectionnez, dans la fenêtre « Sélectionneur de système de coordonnées de référence » qui apparait, le système de coordonnées dans lequel les points sont exprimés (*dans ce cas-ci, « WGS84 EPSG : 4326 » dans ce cas-ci*) et cliquez sur « OK »
- Sélectionnez, dans la fenêtre « XYTools – Coordinate fields » qui apparait, les colonnes contenant les informations sur la longitude (X) et la latitude (Y) (Figure 13) et cliquez sur « OK »

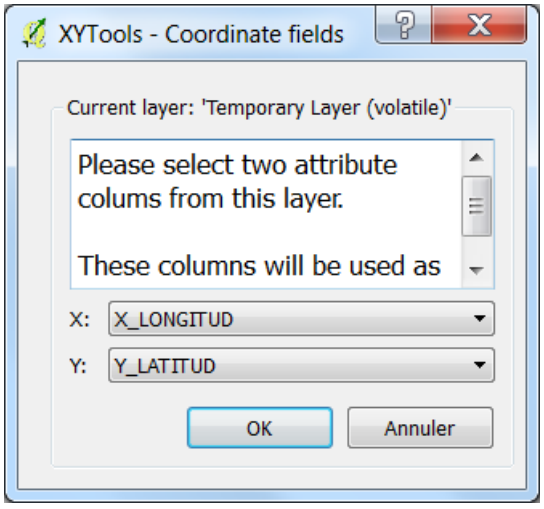


Figure 13 : Fenêtre d'importation de données ponctuelles XY à partir d'un tableur Excel

Les points sont importés comme couche de points dans QGIS sous la forme d'une couche temporaire « Temporary Layer (volatile) ». Pour rendre cette couche permanente, exportez-la, en suivant les instructions données à la section « 6.8 Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées » page 61, ou simplement :

- Cliquez-droit sur la couche « Temporary Layer (volatile) » > Enregistrer sous… >
- Choisissez le répertoire de sortie et nommez votre fichier (*dans ce cas-ci, « Populated_places_PAKISTAN.shp »*) puis cliquez sur « OK »

La couche permanente s'ajoute dans l'interface QGIS.

6.4.2.2. Ajouter des données ponctuelles XY à partir d'un fichier texte délimité

Pour importer des données ponctuelles XY à partir d'un fichier texte délimité :

() Si votre fichier est en format Excel ou Libre/OpenOffice par exemple, et que vous désirez utiliser la méthode d'importation « texte délimité », vous devez préalablement exporter ce fichier en format « texte délimité » (csv, etc).

- Dans Excel, cliquez sur « File > Save as > »
- Choisissez comme « Save as type : » : « CSV (comma delimited) (*.csv) »
- Choisissez le répertoire de sortie, et nommez votre fichier (*dans ce cas-ci, « Populated_places_PAKISTAN.csv »*).
- Cliquez sur « OK » et « Yes »autant de fois qu'il sera nécessaire pour finaliser cette opération

Vous obtenez donc un fichier CSV (*dans ce cas-ci, « Populated_places_PAKISTAN.csv »*).

- Ce fichier peut être ouvert à l'aide d'un éditeur de texte (Bloc note, Notepad,…)

Pour importer dans QGIS les positions enregistrées dans le fichier CSV *(« Populated_places_PAKISTAN.csv »)* :

- Dans QGIS, cliquez sur le bouton « Ajouter une couche de texte délimité » .

La fenêtre « Créer une couche depuis un fichier texte délimité (CSV) » apparait (Figure 14).

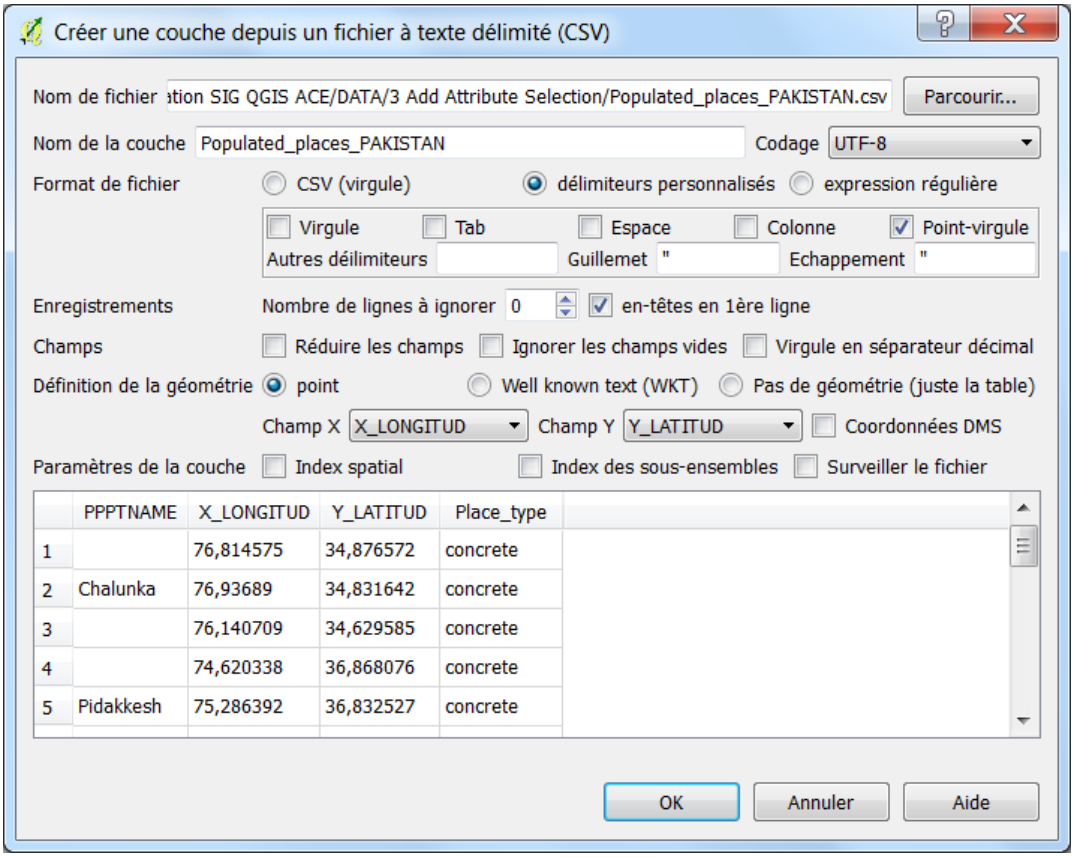


Figure 14 : Fenêtre de création d'une couche depuis un fichier texte délimité (CSV)

Paramétrez correctement cette fenêtre,

- Cliquez sur « Parcourir » pour naviguez vers le fichier de texte délimité d'intérêt, *dans ce cas-ci « Populated_places_PAKISTAN.csv ».*
- Choisissez le « Format de fichier » correspondant à votre fichier texte délimité contenant les données GPS. Dans le cas d'un fichier texte CSV avec comme séparateur des « ; », choisissez « délimiteurs personnalisés » et cochez la case « Point-virgule »
- Cochez la case « en-têtes en 1ère ligne » si votre fichier contient une ligne d'en-tête.
- Choisissez comme « Définition de la géométrie » : « point »
- Faites correspondre
    - au « Champ X » la colonne de votre fichier contenant les informations sur la longitude, *dans ce cas-ci « X_LONGITUD »*
    - au « Champ Y » la colonne de votre fichier contenant les informations sur la latitude, *dans ce cas-ci « Y_LATITUD »*
- Une option est disponible pour l'importation de points exprimés en « DMS » (Degrés-Minutes-Seconde), ce qui n'est pas utile dans ce cas-ci étant donné que nos points sont exprimés en degrés décimaux.

Le bas de la fenêtre vous donne un aperçu de comment votre fichier texte est lu sur base des paramètres que vous avez définis ci-dessus. Si l'affichage n'est pas correcte, à vous d'adapter les paramètres. Si l'affichage est correct :

- Cliquez sur « OK »

Une fenêtre « Sélectionneur de système de coordonnées de référence » apparait :

- Sélectionnez le système de coordonnées dans lequel sont exprimés les points à importer *(dans ce cas-ci, « WGS84 EPSG : 4326 »)*. En cas de doutes sur le système de coordonnées à utiliser, les sections 6.3.4 et 6.3.4.1 pourront peut-être vous aider.
- Cliquez sur « OK ».

Vos points sont importés dans QGIS.

Si les points ne sont pas visibles, pour les visualiser :

- Cliquez-droit sur la couche de points dans le panneau « Couches » et cliquez sur « Zoomer sur la couche »

Les points devraient apparaitre dans l'interface spatiale, *dans ce cas-ci sur le Pakistan.*

La couche de point importée n'est pas encore enregistrée comme un fichier vectoriel indépendant du fichier « .csv ». Pour créer un tel fichier, suivez les instructions données à la section ci-dessous « 6.8 Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées ».

6.4.3. Intégrer des données en ligne dans QGIS avec l'extension « OpenLayers Plugin »

Via l'extension « OpenLayers Plugin », afin de vous faire une idée du contexte spatial de la zone, visualisez une couverture satellite de la zone, le relief et les données d'OpenStreetMap.

Il est possible d'accéder via l'interface de QGIS à des données en ligne via l'extension « OpenLayers Plugin ». Cette extension doit être installée (Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > OpenLayers Plugin » : l'installer (confer la section 6.2.7 page 33)). Cette extension s'installe dans le menu « Internet > OpenLayers Plugin ».

Pour ajouter des données via l'« OpenLayers Plugin » :

- Cliquez, dans l'interface principale de QGIS, sur « Internet > OpenLayers Plugin > »
- Sélectionnez les données souhaitées.

Les données s'afficheront dans l'interface de QGIS. L'affichage peut parfois prendre un peu de temps (cela dépend notamment de la qualité de votre connexion internet). Tant que l'image n'est pas complètement chargée, un bouton, en bas de l'interface de QGIS, , reste actif. Une fois l'image chargée, il peut être nécessaire d'

- actualiser la fenêtre de visualisation à l'aide du bouton « Actualiser »  afin de faire apparaitre la donnée sélectionnée.

Cette extension donne accès à toute une série de données de différents types, principalement :

- Imagerie aérienne (« Bing Aerial »)
- Imagerie satellite (« Google Satellite »)
- Carte du relief (« Google physical », « OCM Landscape » (OpenCycleMap))
- Cartes des routes (« Google Streets »)
- Les données d'OpenStreetMap (OSM) :
    - « OpenStreetMap est une carte du monde, créée par des gens comme vous et libre d'utilisation sous licence libre. »
    - Site web: https://www.openstreetmap.org/
    - Cette carte contient une grande diversité d'information

6.4.4. Ajouter des données disponibles via des « services web spatiaux » de types WMS, WFS, WCS

Vous ajouterez des données relatives aux inondations (En : floods) au Pakistan à partir du site web suivant qui fournit des adresses de services web spatiaux :

- *http://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=services&cat=1&lang=eng*

Vous utiliserez dans QGIS l'adresse web URL (http://...) qui se situe après la mention : « URL for Desktop client (ArcGIS, uDig, QGIS): » sur ce site
Ce site présente également un géoportail classique sur lequel vous pourrez visualiser les données directement en ligne (sans passer par QGIS). Vous pourrez par exemple y rechercher les données relatives aux inondations (via le mot-clef « Floods »)

- *http://preview.grid.unep.ch/index.php?preview=map&lang=eng*

Certaines organisations mettent toute une série d'informations géographiques en ligne à via des serveurs de « services web spatiaux » (En : « spatial web services ») de différents types. Ces services web permettent à des « clients web » (par exemple : QGIS) d'accéder aux informations géographiques qu'ils stockent, avec la possibilité de sélectionner ces données sur une zone géographique particulière.

6.4.4.1. Définition de 3 types de "services web spatiaux" de référence

Citons 3 "services web spatiaux" standards et « open source » qui respectent les spécifications/normes maintenues par l'Open Geospatial Consortium (OGC) :

6.4.4.1.1. WMS : « Web Map Service »

- Donne accès à une **image géoréférencée des données géographiques qu'elle représente**
- Cette image peut être sous différents formats:
  - Formats image : JPEG, PNG, GIF, etc
  - Format vectoriel : points, lignes, courbes et texte, aux formats comme le SVG ou le WebCGM
- L'information spatiale utilisée pour réaliser l'image visualisée n'est pas accessible. Seule la visualisation de cette information est possible.

6.4.4.1.2. WFS : « Web Feature Service »

- Donne accès à des **données géographiques brutes de type « vectoriel »** (points, lignes, polygones...)
- Il est possible de réaliser une série de manipulations sur ces données : édition (mise à jour, création, suppression), analyse spatiale (requêtes), modification de la symbologie, etc.

6.4.4.1.3. WCS : « Web Coverage Service »

- Donne accès à des **données géographiques brutes de type « coverage »** dont des données de types raster (par exemple : une image satellite brute avec accès à toutes les bandes spectrales, un MNT, etc).

- Il est possible de réaliser une série de manipulations sur ces données : analyse spatiale (requêtes), modification de la symbologie, etc
- La définition précise de « coverage » dans l'expression « WCS » ne semble pas évidente à trouver sur le web.

6.4.4.2. Accéder aux données disponibles via les « services web spatiaux »

De très nombreux services web spatiaux (plusieurs dizaines de milliers) sont disponibles sur le net. Un exemple de procédure est donné ci-dessous pour trouver un service web spatial et accéder à ses données dans QGIS.

6.4.4.2.1. Trouver un service web spatial

Plusieurs possibilités existent pour trouver un service web spatial, par exemple :

- **Recherche GOOGLE**
  - Faire une recherche dans Google en utilisant comme mots-clefs : le nom de la région ou du pays d'intérêt, la thématique des données recherchées, le type de service web spatial (WFS, WMS, WCS,…).
    → le résultat de votre recherche doit être une adresse « URL », c'est-à-dire une adresse web commençant par « http:// »
  - Copiez cette adresse URL et utilisez-la dans QGIS (confer section suivante)
- **Sites web spécialisés**
  - Faire une recherche sur un site web répertoriant les services web spatiaux. Par exemple, le site web http://directory.spatineo.com/ permet de rechercher ces services dans une base de données très importante (mais probablement pas exhaustive), par mots-clefs (région, thème), par critères géographiques (pays, continent) et par type de service.
  - Le résultat d'une recherche sur ce site donne une liste de services web spatiaux.
  - En cliquant sur un service, vous obtenez une page web présentant le service : les données disponibles et l'adresse URL à utiliser dans QGIS pour se connecter à ce service et accéder aux données.
  - Copiez cette adresse URL et utilisez-la dans QGIS (confer section suivante)

6.4.4.2.2. Utiliser un service web spatial dans QGIS

Une fois l'adresse URL d'un service web spatial trouvée (confer ci-dessus), dans QGIS :

- Cliquez sur un des boutons , respectivement « Ajouter une couche WMS, WCS, WFS », en fonction du type de service à utiliser.
- Cliquez sur le bouton « Nouveau » dans la fenêtre « Ajouter des couches d'un serveur WM(T)S » qui apparait (Figure 15) pour créer une nouvelle connexion vers le service

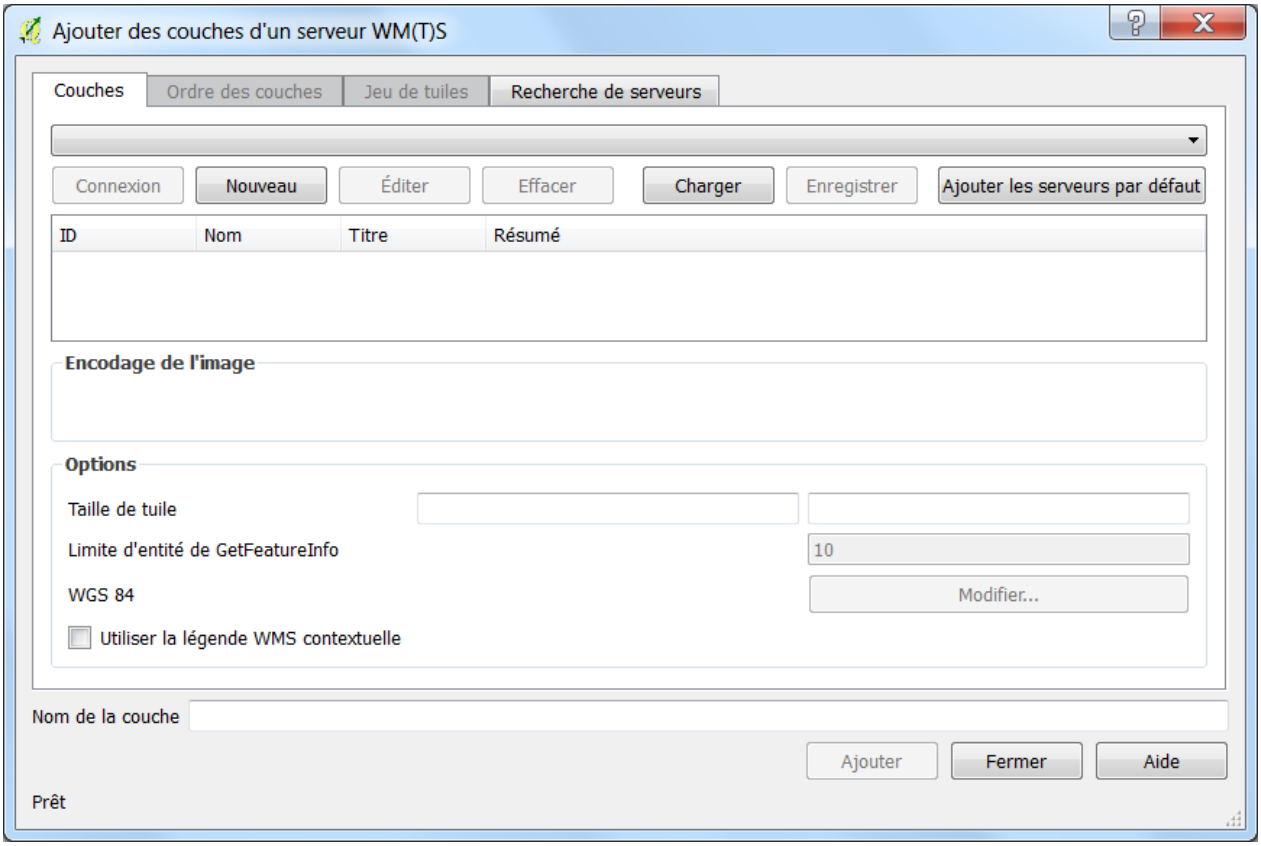


Figure 15 : Fenêtre « Ajouter des couches d'un serveur WM(T)S »

- Dans la fenêtre qui apparait (Figure 16),
  - Nommez votre connexion (un nom de votre choix)
  - Collez l'adresse internet URL correspondant au service dans le menu « URL », *dans ce cas-ci : http://preview.grid.unep.ch:8080/geoserver/wms?*
  - Si le service n'est pas sécurisé, « Nom d'utilisateur » et « Mot de passe » ne sont pas utiles. Sinon, renseignez-vous via le site web fournisseur des données pour accéder à ces infornformations.
  - Cliquez sur « OK »

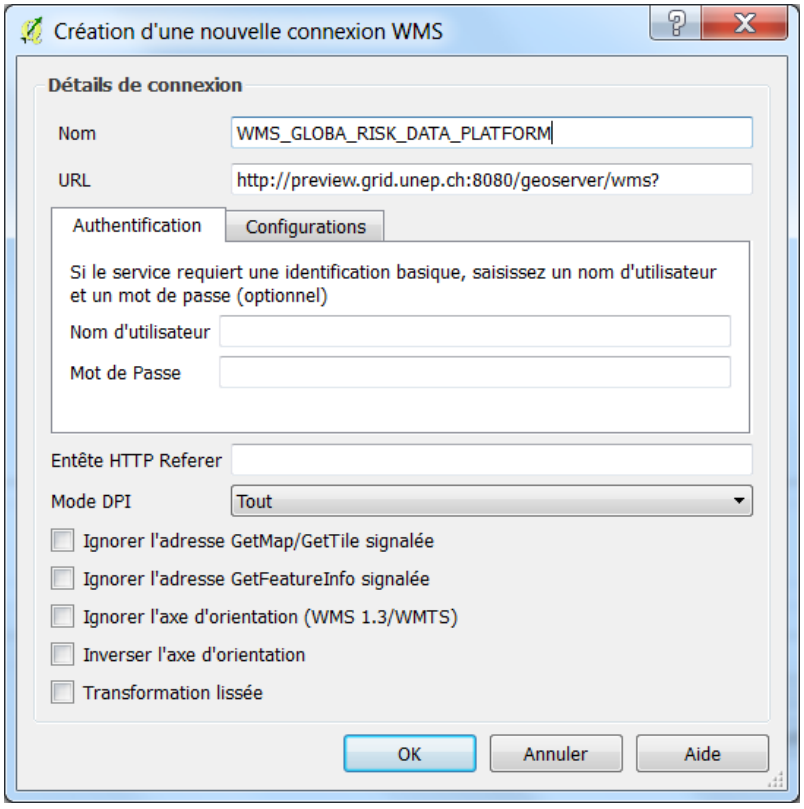


Figure 16 : Fenêtre de création d'une nouvelle connexion WMS

Dans la fenêtre « Ajouter des couches d'un serveur WM(T)S » (Figure 17),

- Cliquez sur le bouton « Connexion »
    - La liste des services disponibles à cette adresse apparait

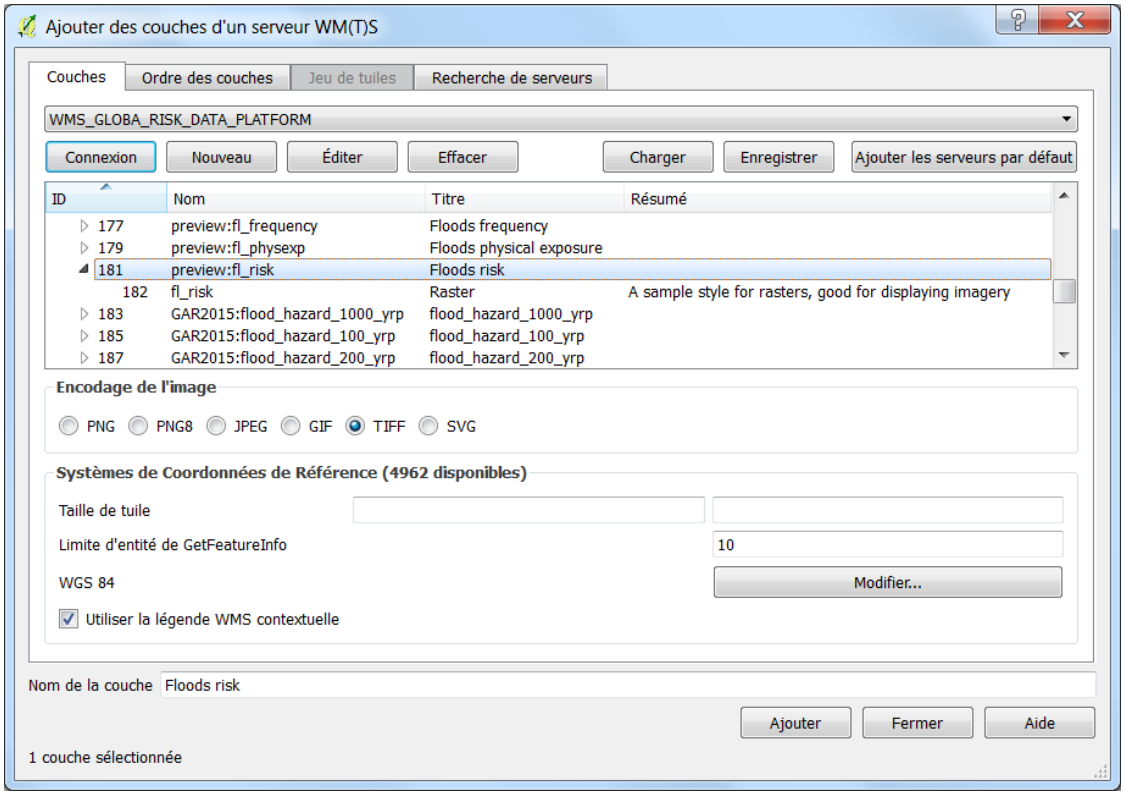


Figure 17 : Fenêtre d'ajout des couches d'un serveur WM(T)S

- Sélectionnez le service d'intérêt dans la liste
- Choisissez le format d'encodage de l'image (pour les WMS)
- Cochez « Utiliser la légende WMS contextuelle (pour les WMS)
- Nommez la couche ou gardez le nom proposé par défaut
- Cliquez sur « Ajouter »
- Sélectionnez et ajoutez éventuellement une autre donnée
- Cliquez sur « Fermer »

La (les) couche(s) d'information choisie(s) apparai(ssen)t dans l'interface de QGIS.
Il semblerait que l'information sur la légende des données dépendantes d'un service WMS ne soit pas disponible directement dans QGIS. Cette information est probablement disponible sur le site web accompagnant le service s'il y en a un.

Une couche dans QGIS = un lien qui pointe vers une donnée source !
Lorsque vous ajoutez des données dans un projet QGIS, vous ne faites que créer un lien qui pointe vers le fichier source et qui permet l'affichage de cette donnée source dans le projet QGIS. Un projet QGIS (document avec l'extension « .qgs ») n'est qu'une interface à travers laquelle vous pouvez réaliser des opérations sur vos données géographiques, dont l'enregistrement de votre mise en page (pour la réalisation d'une carte par exemple) et les propriétés de vos couches (symbologie,…) et de vos blocs de données (système de coordonnées,…). Un projet QGIS ne contient pas en tant que tel vos données. Une couche ajoutée dans QGIS n'est donc qu'un lien qui pointe vers une donnée source stockée sur un disque dur, une clef USB, etc. Un même fichier pour être affiché de différentes manières dans différents projets QGIS coexistants en même temps.

Note 4 : Une couche dans QGIS = un lien qui pointe vers une donnée source !

6.5. La table d'attributs

A l'aide des indications ci-dessous prenez connaissance des informations présentes dans les tables d'attributs des shapefiles du projet Pakistan (en particulier « Populated_places_PAKISTAN.shp »).

6.5.1. Utilité de la table d'attributs

Les « données attributaires » d'un fichier de données géographiques ou « Table d'attributs » (le fichier avec l'extension « .dbf » (confer section 6.1.3 page 26)) sont facilement accessibles dans QGIS.
Ces données sont utilisées fréquemment pour diverses opérations telles :

- La **sélection** de données : par exemple pour sélectionner des pays dont la démographie est supérieure à une valeur donnée
- L'utilisation d'une **symbologie** : par exemple pour attribuer une couleur relative à la superficie des pays

Dans la **table d'attributs** (Figure 3), **1 ligne** (ou un « enregistrement ») **correspond à 1 entité spatiale**. 1 entité spatiale peut être composée de plusieurs polygones ou lignes ou points, spatialement distincts.

6.5.2. Accéder à la table d'attributs

Deux possibilités s'offrent à vous pour accéder aux données attributaires dans QGIS :

- Ouverture de la « Table d'attributs »
- L'outil d'identification 

6.5.2.1. Ouvrir la table d'attributs

Pour ouvrir une table d'attributs :

- Cliquez-droit sur le nom de la couche dont vous voulez visualiser la table d'attributs
- Cliquez « Ouvrir la table d'attributs »

La table d'attributs de la couche s'ouvre.

6.5.2.2. L'outil d'identification

A l'aide de cet outil, identifiez le fleuve « Indus » dans le fichier « Pakistan 10m_river_lake_centerlines.shp ». Par curiosité identifiez également les pays voisins du Pakistan dans le fichier « countries.shp ».

- Cliquez sur l'outil d'identification  de la barre d'outils « Attributs »
- Cliquez ensuite sur la ou les entité(s) spatiale(s) pour laquelle vous désirez accéder à l'information de la table d'attributs.
- Une fenêtre d'identification de cette entité spatiale (nommée « Identifier les résultats ») apparait et présente toutes les informations de la table d'attributs de

cette entité (correspondant à une ligne de la table d'attributs et à toutes les colonnes (champs)/attributs de la table).

Les différents « Mode » ou options de cet outil permettent :

- Mode **« Couche actuelle »** : n'afficher que les attributs de la couche actuellement sélectionnée dans le panneau « Couches »
- **Mode « De haut en bas, s'arrêter à la première »** : n'afficher que les attributs de la couche supérieure (la plus haute en termes de superposition) sélectionnée dans l'interface spatiale
- Mode **« De haut en bas »** : afficher les attributs de toutes les couches sélectionnées dans l'interface spatiale (lorsque plusieurs couches sont superposées)
- Mode **« Choix de la couche »** : propose, lorsque plusieurs couches sont superposées, dans une petite fenêtre s'ouvrant automatiquement lors du clic de sélection, de choisir une des couches sélectionnées dans l'interface spatiale et de n'afficher que les attributs de cette couche.

6.6. Sélectionner des données

La sélection, dans un fichier donné, de certaines entités spatiales présentant des valeurs attributaires particulières ou un positionnement spatial particulier, peut être utile pour :

- Réaliser des opérations sur une partie seulement des entités spatiales d'un fichier
- Réduire la quantité de données au sein d'un fichier via une sélection suivie d'une exportation des entités sélectionnées dans un fichier indépendant. Ceci peut permettre d'alléger une base de données et de la rendre plus lisible.

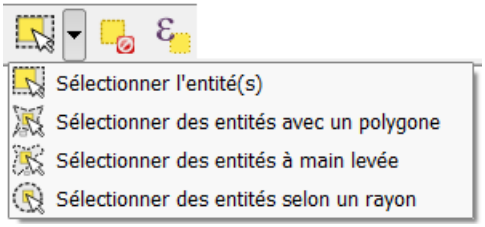
! 6ème commandement pour travailler correctement dans QGIS (voir Annexe 1 -) :
Après avoir travaillé avec une sélection, il vaut mieux **désélectionner les entités** à l'aide du bouton «  » afin de ne pas réaliser les opérations suivantes sur une sélection non désirée.

6.6.1. Sélection simple

Réalisez une sélection simple du pays Pakistan dans le shapefile « countries.shp » à l'aide des indications ci-dessous et exportez-le comme un nouveau fichier shapefile de polygones à l'aide des indications de la section « 6.8 Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées ». Vous appellerez ce fichier « Pakistan.shp » et vous l'enregistrerez dans le répertoire « D:\ Initiation SIG QGIS ACE\DATA\3 Add Attribute Selection\».
! Après l'exportation faite via la section 6.8, passez aux sections 6.6.2 et 6.6.3 ci-dessous.

La méthode de sélection la plus simple consiste à **sélectionner manuellement** les entités spatiales. Ce type de sélection peut se faire de 2 façons,

1. Soit dans la fenêtre de visualisation avec les **outils de sélection** da la barre d'outils « Attributs ».
   - Choisissez l'outil de sélection désiré
   - Cliquez sur la / les entité(s) à sélectionner
   - Une sélection multiple est possible en maintenant la touche « ctrl » pressée pendant la sélection



2. Soit dans la **table d'attributs**,
   - Ouvrez la table d'attributs du fichier pour lequel vous voulez réaliser une sélection
   - Cliquez sur le petit carré gris à l'extrême gauche (en en-tête) de chaque ligne pour sélectionner l'entité correspondant à cette ligne.
   - Une sélection multiple est possible en maintenant la touche « ctrl » pressée pendant la sélection

Une série de boutons dans la barre d'outils de la table d'attributs permettent de réaliser les opérations suivantes sur la / les entité(s) sélectionnée(s) :

- Désélectionner
- Déplacer la sélection au sommet de la table d'attributs
- Inverser la sélection
- Centrer la carte et zoomer sur les entités sélectionnées



Afin de faciliter une recherche dans la table d'attributs avant une sélection simple, vous pouvez réaliser un **classement croissant ou décroissant de vos données** selon un champ particulier en cliquant sur une en-tête de colonne de la table d'attributs.
Outre ces méthode de sélection simple, QGIS permet de réaliser des **requêtes de recherche / sélection d'entités** sur base spatiale et attributaire (sections suivantes).

6.6.2. Sélection par attribut

Vous allez créer un nouveau fichier shapefile ne contenant que les villages en terre (earth), identifiés comme les plus vulnérables. Pour ce faire réalisez une « sélection par attribut » des villages en terre dans le fichier « Populated_places_PAKISTAN.shp » à l'aide des indications ci-dessous et exportez-la vers un nouveau fichier shapefile à l'aide des indications de la section « 6.8 Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées ».
! Après l'exportation faite via la section 6.8, passez à la section 6.6.3 ci-dessous.

La sélection par attributs permet de sélectionner une / des entités spatiales sur base de leurs attributs à l'aide d'une « requête ».

- Sélectionnez, dans le panneau « Couches », la couche dans laquelle vous voulez réaliser une sélection
- Cliquez sur le bouton  qui est accessible
    - Soit dans la barre d'outils « Attributs » dans l'interface principale de QGIS
    - Soit dans la barre d'outils de la table d'attributs du fichier d'intérêt

La fenêtre « Select by expression – nom du fichier » apparait (Figure 18). Pour réaliser une sélection, écrivez une expression dans la fenêtre « Expression ». Les entités spatiales correspondant à cette expression seront sélectionnées.

Par exemple, pour sélectionner les villages en terre (earth) du Pakistan dans le fichier « Populated_places_PAKISTAN.shp » :

- Dans la partie « Fonctions » de la fenêtre, ouvrez le menu « Champs et valeurs » en cliquant sur le signe + devant ce menu. Ce menu s'ouvre et donne accès aux noms de colonnes de la table d'attributs.
- Double-cliquez sur le nom de colonne *« Place_type »*, colonne qui contient les noms des pays. ''Place_type'' apparait dans la partie « Expression » de la fenêtre.
- Simple-cliquez sur le signe « = »
- Cliquez sur le bouton « Toutes » après l'expression « Chargez les valeurs uniques » dans la partie droite de la fenêtre. Ceci fait apparaitre dans la fenêtre « Valeurs » toutes les valeurs uniques contenues dans la colonne « Place_type ». Ceci permet d'éviter de devoir écrire la ou les valeurs de la colonne sélectionnée et permet donc d'éviter de faire des fautes de frappe.

- Double-cliquez sur la valeur d'intérêt « earth » de la colonne sélectionnée. La valeur « earth » apparait dans la partie « Expression » de la fenêtre et complète l'expression de sélection qui devrait maintenant correspondre à « "Place_type" = 'earth'» (Figure 18).
- Choisissez une des options de sélection via le menu déroulant du bouton de sélection en bas à droite de la fenêtre de sélection.
- Fermez la fenêtre de sélection

Les entités correspondantes (*les villages en terre du Pakistan*) devraient être sélectionnées.

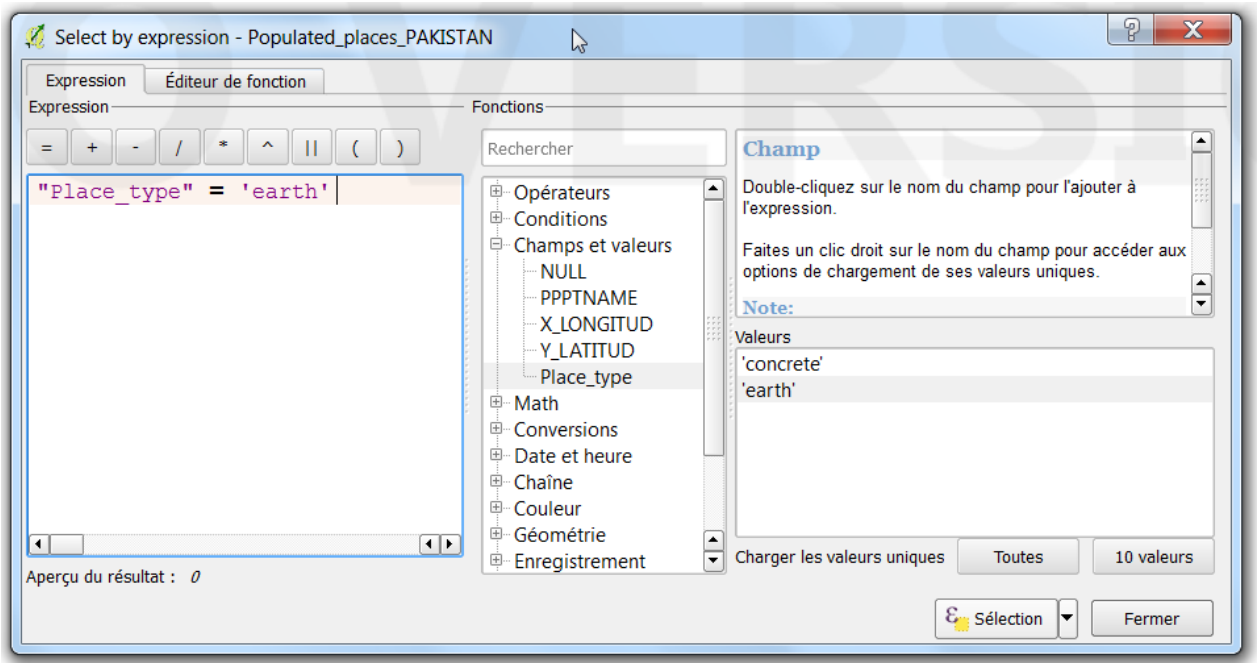


Figure 18 : Fenêtre de « sélection par expression » ou « sélection par attribut »

Dans votre fenêtre de visualisation, les entités spatiales correspondantes à votre requête de sélection sont maintenant sélectionnées (avec un pourtour en jaune par défaut). Pour le voir, la couche dans laquelle vous avez réalisé la sélection doit être rendue visible en la cochant dans le panneau « Couches ».

Afin de **vérifier que votre sélection est correcte**:

- Soit,
  - Cliquez sur **l'outil d'identification** puis sur quelques entités sélectionnées et
  - Vérifiez les informations apparaissant
- Soit,
  - Ouvrez la table d'attributs de la couche de sélection *(« Populated_places_PAKISTAN.shp »)* (clic droit sur le nom de la couche > Ouvrir la table d'attributs »)
  - Cliquez sur le bouton « Déplacer la sélection au sommet » pour afficher en haut de la table d'attributs les entités sélectionnées (apparaissant en bleu dans la table)
  - Vérifiez les informations apparaissant

Une fois les villages en terre sélectionnés, passez directement à la section « 6.8 Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées » et enregistrez les villages en terre dans un nouveau shapefile de points que vous appellerez « Populated_places_PAKISTAN_earth.shp » dans le répertoire « D:\ Initiation SIG QGIS ACE\DATA\3 Add Attribute Selection\ ». Attention de cocher l'option « N'enregistrer que les entités sélectionnées ».
! Après l'exportation faite via la section 6.8, passez à la section 6.6.3 ci-dessous.

6.6.3. Sélection par Localisation

Vous allez sélectionner les villages en terre qui se situent dans la zone maximale dans laquelle l'inondation risque d'avoir des conséquences graves sur les populations, soit, en termes techniques, les villages en terre qui se situent dans la zone tampon de 5 km identifiée par le fichier « FLOOD_EXTENT_24_AUGUST_2010_MODIS_AQUA_BUFFER_5KM.shp »

La sélection par localisation permet de sélectionner une / des entités spatiales d'une couche sur base de la relation spatiale (position relative) de cette couche avec une autre couche.

Pour réaliser une requête spatiale :

- Accédez à l'outil de requête spatiale :
  - Soit via le bouton « Requête spatiale » dans la barre d'outils « Vecteur »
  - Soit via le menu « Vecteur > Requête spatiale > Requête spatiale »
- Dans la fenêtre « Requête spatiale » (Figure 19)
  - Dans le menu « Sélection des entités sources depuis », sélectionnez dans le menu déroulant le fichier sur lequel réaliser la sélection, *dans ce cas-ci le fichier « Populated_places_PAKISTAN_earth.shp »*
  - Dans le menu « Où l'entité », sélectionnez dans le menu déroulant la fonction « Intersecte »
  - Dans le menu « Entités références de », sélectionnez dans le menu déroulant le fichier à considérer pour l'intersection, *dans ce cas-ci le fichier « FLOOD_EXTENT_24_AUGUST_2010_MODIS_AQUA_BUFFER_5KM.shp »*
  - Dans le menu « Et utiliser le résultat pour », sélectionnez dans le menu déroulant la fonction « Créer une nouvelle sélection »
  - Cliquez sur « Appliquer »

  La fenêtre « Requête spatiale » s'agrandit et présente les résultats de la sélection. Les entités sont également sélectionnées dans l'interface spatiale.

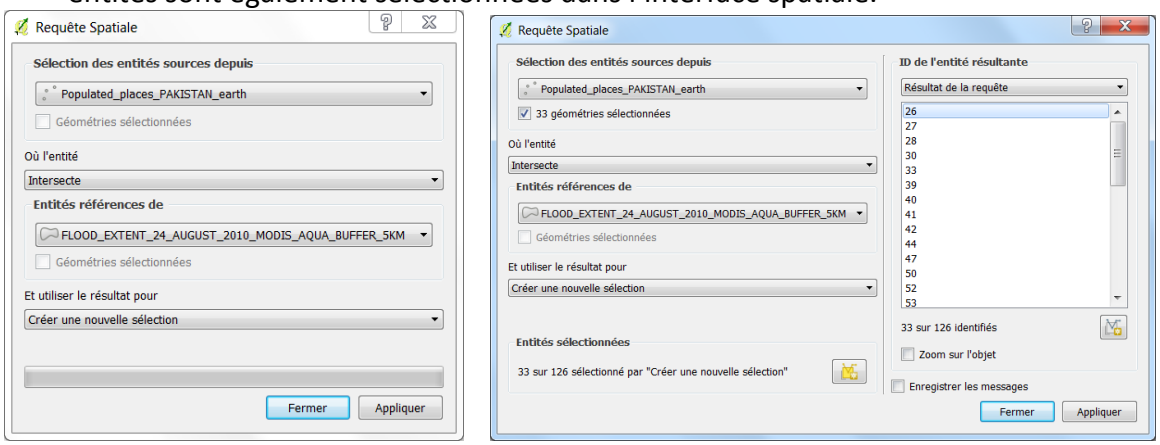


Figure 19 : Fenêtre de « sélection par requête spatiale » avant et après l'application de la requête.

Pour créer une couche virtuelle à partir des entités sélectionnées, via la fenêtre de résultats de la « Requête spatiale » :

- Cliquez sur le bouton  « Créer une couche depuis la sélection » dans l'encadré « Entités sélectionnées »

Ces entités sont exportées dans une couche automatiquement nommée, *dans ce cas-ci, « Populated_places_PAKISTAN_earth selected.shp »* et ajoutées dans le panneau « Couches ». Attention, cette couche n'est pas un nouveau fichier indépendant mais une simple couche virtuelle dans l'interface QGIS.

- Cliquez sur le bouton « Fermer » de la fenêtre de « Requête Spatiale »
- Visualisez le résultat de la sélection dans l'interface spatiale
- Vérifiez que la sélection est correcte

Créez un nouveau fichier shapefile indépendant correspondant à cette sélection, fichier que vous nommerez « Populated_places_PAKISTAN_earth_RISK.shp ». Ce fichier répond à la demande du Croissant Rouge. Votre « Mission Pakistan » est accomplie. ☺ !

Pour créer un nouveau fichier shapefile indépendant à partir d'une couche virtuelle correspondant au résultat d'une requête spatiale :

- Suivez les instructions données à la section ci-dessous « 6.8 Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées »

6.7. Dupliquer un fichier vectoriel ou raster

Pour dupliquer un fichier vectoriel ou raster vers un nouveau fichier :

- Cliquez-droit sur la couche à exporter dans le panneau « Couches »
- > Dupliquer

Cette commande ajoutera automatiquement une copie du fichier dupliqué dans le panneau « Couches » de QGIS et le nommera de la même manière que le fichier dupliqué avec la mention « copier » à la fin du nom.

6.8. Exporter un fichier vectoriel ou raster et fonctions associées

L'exportation d'un fichier permet d'exporter une couche affichée dans QGIS vers un nouveau fichier indépendant ou de simplement réaliser une copie du fichier tout en modifiant certaines de ses propriétés (nom, format, SCR, taille des cellules pour un raster, exportation d'entités spatiales sélectionnées pour un fichier vecteur, etc).

Pour exporter une couche, vectorielle ou raster, vers un nouveau fichier indépendant :

- Cliquez-droit sur la couche à exporter dans le panneau « Couches »
- Cliquez sur « Enregistrer sous… »

Pour un **fichier vectoriel**, choisissez :

- Le format (« ESRI shapefile » est le format le plus courant)

- Le répertoire de sortie
- Le SCR
- Le fait de n'enregistrer (ou pas) que les **entités préalablement sélectionnées dans le fichier**.
- Le fait d'ajouter (ou pas) automatiquement le nouveau fichier dans l'interface de QGIS après sa création,… (Remarque : l'export d'un fichier avec sa symbologie ne semble pas fonctionner)

Pour un **fichier raster,** choisissez :

- Le mode de sortie (« Donnée brute » (le raster complet) vs « Image » (une image RGB utilisant le style actuel d'affichage de la couche)
- Le format (seul le format « GTiff » semble disponible)
- Le répertoire de sortie
- Le SCR, ce qui permet de **changer de projection**
- Le fait d'ajouter (ou pas) automatiquement le nouveau fichier dans l'interface de QGIS après sa création,…
- L'emprise : ce qui permet de **couper le raster sur une région rectangulaire donnée**
- La résolution spatiale : pour **augmenter (ou réduire) la taille des pixels**
- …

Après l'ajout dans l'interface de QGIS d'une duplication ou d'une exportation d'un fichier, il peut être intéressant, afin de mieux la visualiser dans l'interface QGIS, de supprimer ou désactiver le fichier duquel est issu le nouveau fichier :

- Supprimez (dans le panneau « Couches », clic droit sur la couche > Supprimer).
- Désactivez (dans le panneau « Couches », le décocher).



Contextualisation 3

Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre-est du Mali

La région de Dinangourou dans le centre-est du Mali, bien que se situant dans le Sahel, a toujours de par le passé pu satisfaire ses besoins en eau, tant les éleveurs que les cultivateurs maraichers. Cependant depuis quelques années, un changement climatique prononcé se traduit par une diminution conséquente des précipitations et une certaine tension s'est installée pour la répartition de l'accès aux puits, situation qui pourrait rapidement dégénérer en conflit. Face à cette situation, les chefs des 12 villages de la région se sont réunis et ont décidé de prioriser l'accès aux 50 puits de la région sur base de la distance puits-village, règle ancestrale qui n'était plus d'application étant donné l'abondance en eau des années passées. Il fut donc décidé que chaque puits serait exploitable en priorité par le village le plus proche. Il est cependant important de noter que les éleveurs et les cultivateurs (irrigation) n'ont pas les mêmes besoins en eau, avec 30 litres par jours par personne pour les éleveurs, et 50 litres par jour par personne pour les cultivateurs. Les différents puits fournissent des quantités d'eau journalières variant entre 50 et 950 litres par jour.





→ Vous réalisez un stage de géographe dans une ONG basée à Gao, à l'Est de cette région, et vous avez eu vent de la problématique. Vous vous proposer d'apporter une aide aux chefs de villages via l'utilisation des SIG. Il vous faudra identifier de quel village chaque puits est le plus proche et établir un indice de satisfaction en eau pour chaque village sur base du mode de vie de leurs habitants (cultivateurs versus éleveurs), de la démographie de chaque village et de la quantité d'eau totale disponible par village sur base des puits les plus proches.

*Vous avez déjà rassemblé les données nécessaires à cette étude dans un projet QGIS intitulé « **Water management in Mali.qgs** ». Les données et le projet QGIS se situe dans le dossier « D:\Initiation SIG QGIS ACE\DATA\4 Join Relate Stats Compute in table».*

Vous disposez des fichiers suivants :

- ***12_villages_around_Dinangourou.shp** : shapefile reprenant les 12 villages de la région avec dans la table d'attributs, le nom des villages et leur démographie.*
- ***50_wells_around_Dinangourou.shp** : shapefile reprenant les 50 puits de la région avec dans la table d'attributs, la quantité d'eau disponible en litres par jour.*
- ***12_villages_type_and_water_requirement.dbf**: une table en format ".dbf" reprenant le nom des villages, le type de population (cultivateur (En : market gardener) versus éleveur (En : livestock farmer)), et les besoins en eau par personne du village en litres par jour. Remarque : pour ajouter une telle table dans un projet*

QGIS, il faut utiliser le bouton « Ajouter une couche vecteur », et pour l'ouvrir, faire un « clic droit > Ouvrir la table d'attributs ».

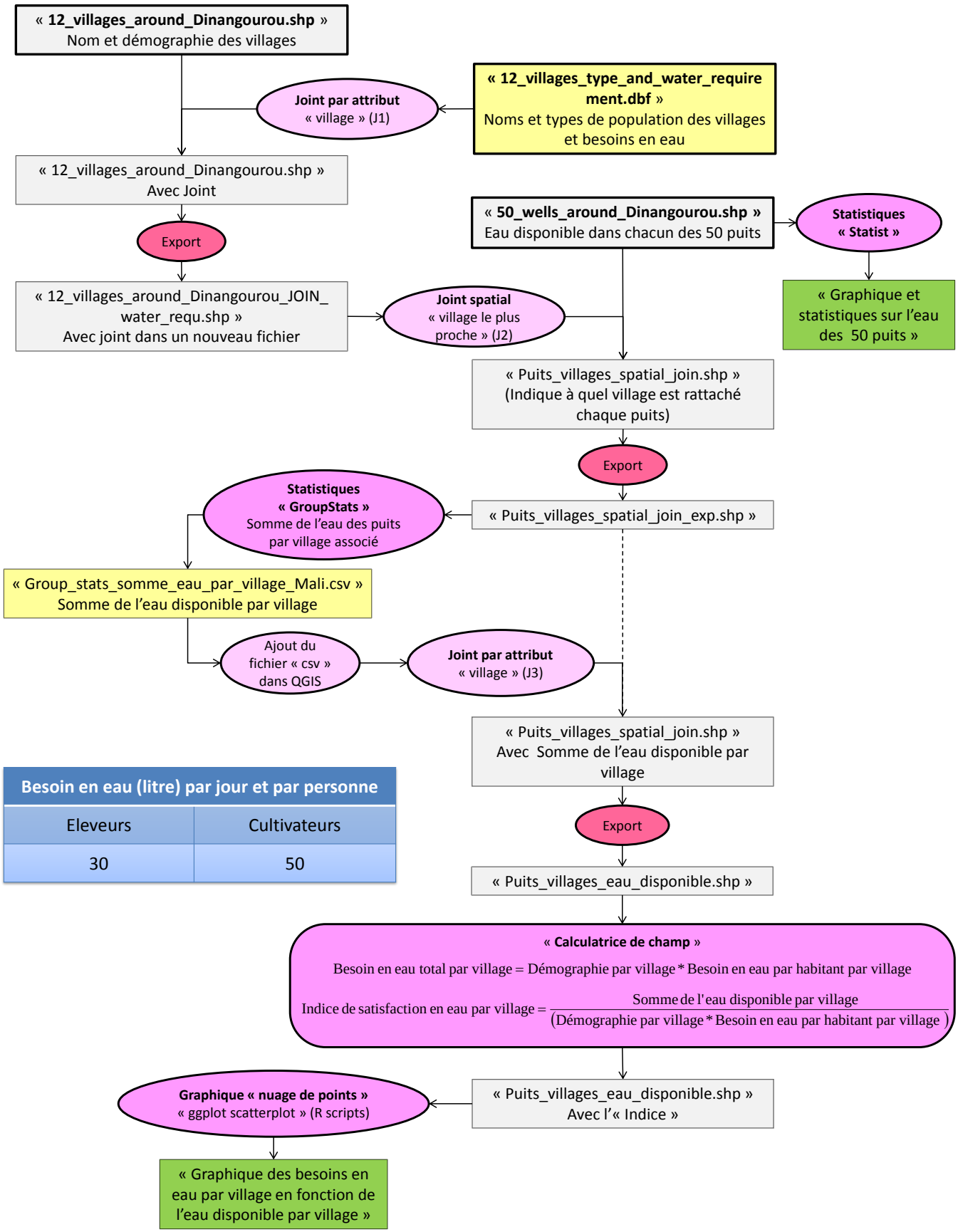
- ***Cotton_parcel_Yanle.shp :*** *les parcelles de coton de quelques cultivateurs du village de Yanle.*

Les indications ci-dessous (sections 6.9 et 6.10) devraient vous permettre de réaliser ces différentes tâches. Un ***schéma des opérations*** *à réaliser vous est également donné à la Figure 20 ci-dessous.*

Contextualisation 3 : Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre-est du Mali

« Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre du Mali »

Schéma des opérations



Besoin en eau (litre) par jour et par personne	
Eleveurs	Cultivateurs
30	50

Figure 20 : Schéma des opérations de l'exercice « Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre du Mali »

6.9. Jointure et Relation entre 2 tables

2 méthodes pour associer entre elles différentes tables (tables d'attributs ou autres tables) sont traditionnellement distinguées:

- **Jointure (En : « Joins »)** : permet d'ajouter, dans la table d'attributs du fichier à partir duquel vous faites la jointure (« Table_Base »), les champs d'une autre table (« Table_Jointe »), sur base d'un champ (colonne) contenant une information commune aux deux tables ou sur base spatiale.
- **Relation (En : « Relates »)** : établi un lien entre deux tables, basé sur un champ (colonne) contenant une information commune, mais n'ajoute pas les champs d'une table reliée dans la table de base. Les informations de la table reliée sont accessibles à partir de la table de base.

6.9.1. Créer une jointure entre 2 tables

Deux types de jointures existent dans QGIS :

- Joint basé sur un **attribut** commun à 2 tables
- Joint basé sur la **localisation** spatiale des entités de 2 fichiers

Une même « ligne » de la « Table_Jointe » peut être associée à plusieurs « entités spatiales différentes » ou « lignes différentes de la table d'attributs » de la « Table_Base » (Figure 21 a).

Dans le cas de jointure sur **base attributaire**, une seule « ligne » de la « Table_Jointe » peut être associée à une « ligne » donnée de la « Table_Base ».

Dans le cas de jointure sur **base spatiale**, plusieurs « lignes » de la « Table_Jointe » peuvent être associées à une « ligne » donnée de la « Table_Base » via une agrégation des valeurs de la « Table_Jointe » en utilisant une formule mathématique simple (somme, moyenne, etc) (Figure 21 b).

Si des modifications sont apportées dans la « Table_Jointe » après la jointure, elles ne seront pas automatiquement mises à jour dans la « Table_Base ». La jointure sera par contre mise à jour automatiquement à chaque ouverture du document QGIS contenant les 2 tables jointes.

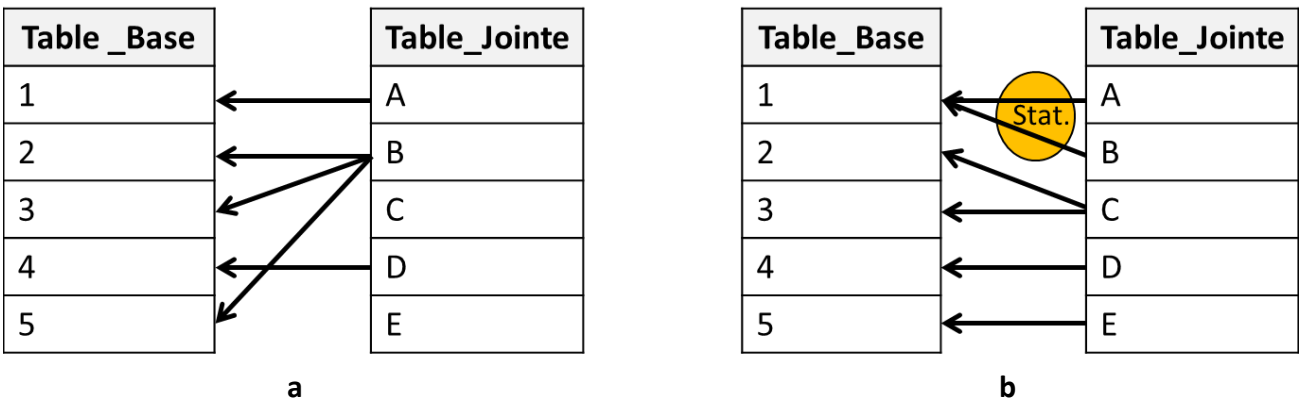


Figure 21 : Mécanisme général de jointure

6.9.1.1. Jointure basée sur un attribut commun à 2 tables

*Dans cette section, à l'aide d'une jointure attributaire, vous allez joindre au fichier « **12_villages_around_Dinangourou.shp** » (« Table_Base » ou « couche cible » ou « input table »), l'information sur le type de population et leur besoin en eau par personne contenue dans le fichier «**12_villages_type_and_water_requirement.dbf** » (« Table_Jointe » ou « couche jointe » ou « join table ») en utilisant le champ commun (« Champ de jointure ») « Village ».*

Le principe général de jointure basée sur un attribut commun à 2 tables est présenté dans la Figure 22.

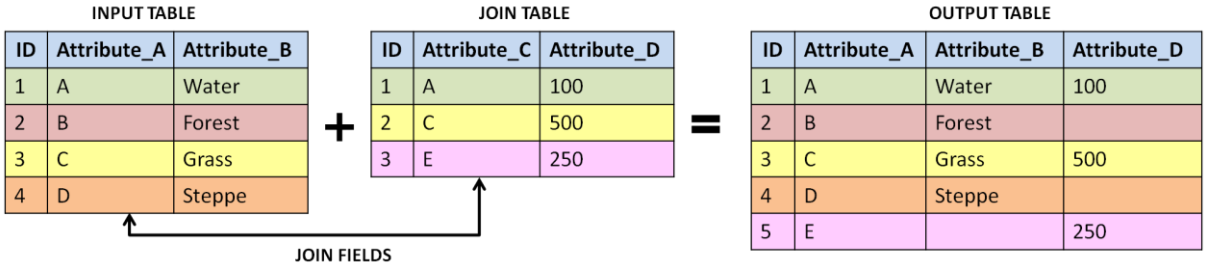


Figure 22 : Mécanisme de jointure basée sur un attribut commun à 2 tables

Pour établir une jointure basée sur un attribut commun à 2 tables (Figure 23),

- Cliquez-droit sur le nom de la couche (« Table_Base ») à laquelle vous désirez joindre les données d'une autre table (« Table_Jointe »)
- Allez dans « Propriétés > Jointures »
- Cliquez sur le bouton d'ajout de jointure .
- Dans la fenêtre « Ajouter une jointure vectorielle » qui apparait choisissez au menu :
  - « Joindre la couche » : la couche à joindre (« Table_Jointe »)
  - « Champ de jointure » : le champ de la couche à joindre (« Table_Jointe ») qui doit servir à la jointure
  - « Champ dans la couche cible » : le champ de la couche cible (« Table_Base ») qui doit servir à la jointure
  - Utilisez éventuellement les autres options :
    - « Choisir les champs à joindre » permet de sélectionner quels champs de la « Table_Jointe » seront joints à la « Table_Base ». Par défaut tous les champs sont joints.
    - « Personnaliser le préfixe du champ ». Par défaut le préfixe des noms des champs joints correspond au nom de la table jointe, ce qui peut être assez long. Utilisez un préfixe plus court *(dans le cas de l'exercice « Mali » : « J1 »)* pour alléger les noms de champs de la table résultant de la jointure. Lors de l'exportation de la table contenant la jointure vers un nouveau fichier, seuls les 10 premiers caractères des noms des champs joints seront conservés. Si le préfixe est long (>10 caractères), les noms de tous les champs joints correspondront au même préfixe suivis d'un numéro, ce qui n'est pas fort pratique pour identifier les différents champs.

- Cliquez sur « OK »

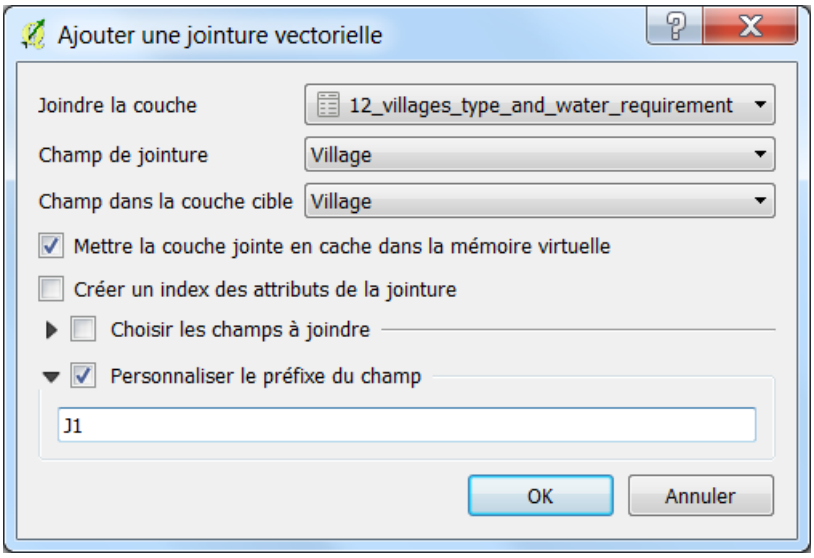


Figure 23 : Fenêtre d'ajout d'une jointure vectorielle (jointure par attribut)

La jointure s'affiche dans la fenêtre « Propriétés de la couche > Jointures ».

Pour **visualiser et vérifier votre jointure** :

- Ouvrez la table d'attributs de la couche cible (« Table_Base »).

Vous constatez que les champs de la « Table_Jointe » ont été joints à la table de couche cible (« Table_Base »).

Pour **sauver votre jointure dans un nouveau fichier indépendant**, exportez la couche cible (« Table_Base ») contenant le joint dans un nouveau fichier, *que vous appellerez, dans le cas de l'exercice Mali, « 12_villages_around_Dinangourou_JOIN_water_requ.shp » dans le dossier « 4 Join Relate Stats Compute in table »* :

- Cliquez-droit sur la couche à exporter > Enregistrer sous… >
- Choisissez le format et le répertoire
- Cliquez sur « OK »

Pour **annuler une jointure** (facultatif) dans la couche cible (« Table_Base »),

- Cliquez-droit sur le nom de la couche cible contenant la jointure
- Allez dans « Propriétés > Jointures »
- Sélectionnez la jointure à supprimer dans la fenêtre de jointure
- Cliquez sur le bouton de suppression de jointure .
- Cliquez sur « OK »

Vous obtenez donc le fichier « 12_villages_around_Dinangourou_JOIN_water_requ.shp » qui pour chaque village reprend les informations de la démographie, du type de population et de leur besoin en eau individuel journalier.

6.9.1.2. Jointure basée sur la localisation des entités de 2 fichiers

*Dans cette section, à l'aide d'une jointure spatiale, vous allez joindre à chaque puits du fichier « **50_wells_around_Dinangourou.shp** » (« Table_Base »), les informations du village le plus proche contenues dans le fichier « 12_villages_around_Dinangourou_JOIN_water_requ.shp » (« Table_Jointe »).*

Attention, pour réaliser cette opération, plusieurs possibilités existent dans QGIS. *La 3ème ci-dessous (l'extension « NNJoin ») sera utilisée dans le cadre de l'exercice « Mali »:*

6.9.1.2.1. Outil basique de jointure par localisation

Le menu « Vecteur > Outils de gestion de données > Joindre les attributs par localisation… » :

- C'est la méthode de base de jointure spatiale de QGIS. Cependant cet outil de jointure n'est pas fort développé et se révèle inutile dans nombre de situations.
- Avantage :
  - Produit directement comme résultat un nouveau fichier vecteur qui contient toutes les informations du fichier de base (input) et du fichier joint.
- Désavantage :
  - Ne fonctionne qu'avec des entités spatiales qui se superposent et non avec entités proches (non-superposées). Si les entités ne sont pas superposées, elles sont ignorées. Cette méthode n'intègre pas une relation spatiale de type « plus proche de ».
- *→ Dans le cas de l'exercice « Mali », cette fonction n'est donc pas utilisable puisque certains puits ne sont pas superposés à un village et seront donc ignorés.*

6.9.1.2.2. La matrice des distances

Le menu « Vecteur > Outils d'analyse > Matrice des distances… »

- Cette méthode est proposée comme solution alternative et est documentée ici par exemple (la « Couche de points en entrée » serait celle des puits et la « Couche de points cible » celle des villages).
- Avantage :
  - Utilise une relation spatiale de type « plus proche de » pour établir la jointure, et fonctionne donc avec des entités spatiales non superposées.
- Désavantage :
  - Beaucoup de manipulations sont nécessaires pour obtenir l'ensemble des informations souhaitées dans un nouveau fichier indépendant. Les étapes sont :
    - Utilisation de l'outil de « Matrice des distances… » qui produit un fichier en format CSV
    - Importation du fichier CSV dans QGIS comme « texte délimité »
    - Réalisation d'une jointure attributaire pour associer le fichier CSV importé à la couche de base
    - Exportation de la couche avec sa jointure vers un nouveau fichier indépendant

- *→ Dans le cas de l'exercice « Mali », cette fonction n'est pas utilisée car la procédure est fastidieuse.*

6.9.1.2.3. L'Extension « NNJoin »

- Cette extension est documentée ici (page principale), ici (plugins.qgis.org) et ici (GitHub)
- Cette extension doit être installée (Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > NNJoin » : l'installer (confer la section 6.2.7 page 33)). Une fois installé, cet outil apparait comme un nouveau bouton  dans l'interface de QGIS.
- Avantages :
    - Utilise une relation spatiale de type « plus proche voisin » pour établir la jointure, et fonctionne donc aussi avec des entités spatiales non superposées.
    - Produit directement un nouveau fichier vecteur indépendant qui contient toutes les informations du fichier de base (input) et du fichier joint.
- Attention :
    - Les distances entre les entités jointes sont calculées dans les unités du système de coordonnées de la couche jointe. Il faudra donc veiller à ce que ce système de coordonnées utilise les unités désirées, sinon faire une reprojection de la couche vers un système de coordonnées adéquat (confer la section 6.3.4.2, page 43).
    - Une jointure sur base de couches dans un SCR non projeté est permise, mais les distances sont alors calculées et exprimées en degrés décimaux.
    - Les couches de la jointure peuvent être dans des SCR différents pour autant que la couche jointe soit dans un SCR projeté !

Pour établir un joint basé sur la localisation des entités de 2 fichiers avec « NNJoin » :

- Installez l'extension « NNJoin » disponible dans le menu principal de QGIS « Extension > Installer / Gérer les extensions »
- Cliquez sur le bouton « NNJoin »  disponible après installation de l'extension
- Paramétrez l'outil NNJoin comme souhaité (Figure 24):
    - « Input vector layer » : la couche de base (input) à laquelle l'autre fichier sera joint *(dans le cas l'exercice Mali, la couche « 50_wells_around_Dinangourou.shp »)*
    - « Join vector layer » : la couche à joindre à la couche de base *(dans le cas l'exercice Mali, la couche « 12_villages_around_Dinangourou_JOIN_water_requ.shp »)*
    - « Join prefix » : le préfixe qui sera donné aux noms des champs joints dans le fichier résultant (confer plus haut la remarque dans la section sur la jointure attributaire) *(dans le cas l'exercice Mali, « J2 »)*
    - « Output layer » : le nom du nouveau fichier indépendant qui résultera de la jointure *(dans le cas l'exercice Mali, « Puits_villages_spatial_join »)*
- Cliquez « OK » puis « Close » dans la fenêtre « NNJoin »

Le fichier résultant apparait dans le panneau « Couches ».

- Vérifiez que la jointure s'est réalisée correctement dans la table d'attributs de ce fichier, avec l'interface spatiale et l'outil « Identifier les entités »  par exemple.

Ce fichier est un **fichier temporaire** qui n'est pas enregistré sur votre disque dur. (Pour s'en rendre compte, « Clic-droit sur la couche > Propriétés > Général > Source de la couche : Point?crs=EPSG:54004 » : cela ne correspond pas à un répertoire sur l'ordinateur.)
Pour produire un nouveau fichier indépendant permanent, **il faut exporter la couche résultant de la jointure**.

- Exportez ce fichier avec sa jointure vers un fichier shapefile permanent : « Clic-droit > Enregistrer sous… » et nommez-le *« Puits_villages_spatial_join_exp.shp » dans le cas de l'exercice « Mali »*
- Ajoutez ce nouveau fichier dans votre interface QGIS.

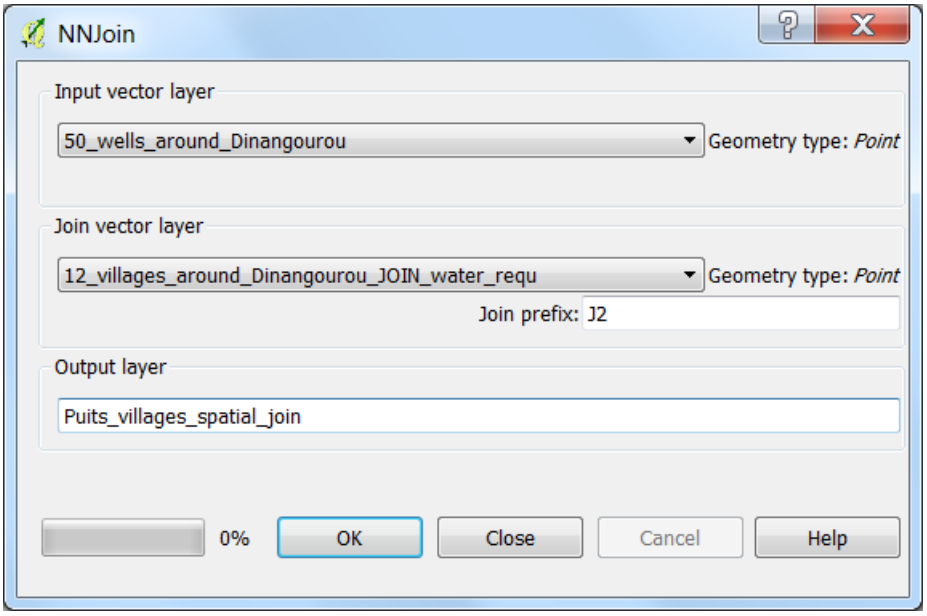


Figure 24 : Fenêtre de jointure spatiale via l'extension NNJoin

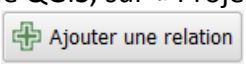
La table d'attributs du fichier « Puits_villages_spatial_join_exp.shp » vous indique donc à quel village est rattaché chacun des 50 puits de la région.

6.9.2. Créer une Relation entre 2 tables

(Cette section ne fait pas partie de l'exercice « Mali ». Elle est donnée à titre informatif.)

Les relations entre tables sont mises à jour automatiquement et ne nécessitent pas la réouverture du document QGIS contenant les tables jointes.

Pour créer une relation entre deux tables,

- Cliquez, dans la barre de menu principale de QGIS, sur « Projet > Propriétés du projet… > Relations > Ajouter une relation 

»
- Remplissez les différents champs comme demandé (Figure 25):
  - « Couche référençant (enfante) » (« Table_Jointe »): la table qui contient les informations auxquelles vous voulez avoir accès à partir de la table de base
  - « Couche de référence (parent) » (« Table_Base »): la couche à partir de laquelle vous accéderez aux informations de la table reliée

- Vous devez référencer le champ dans chacune des 2 tables qui permettra de faire le lien entre les tables.

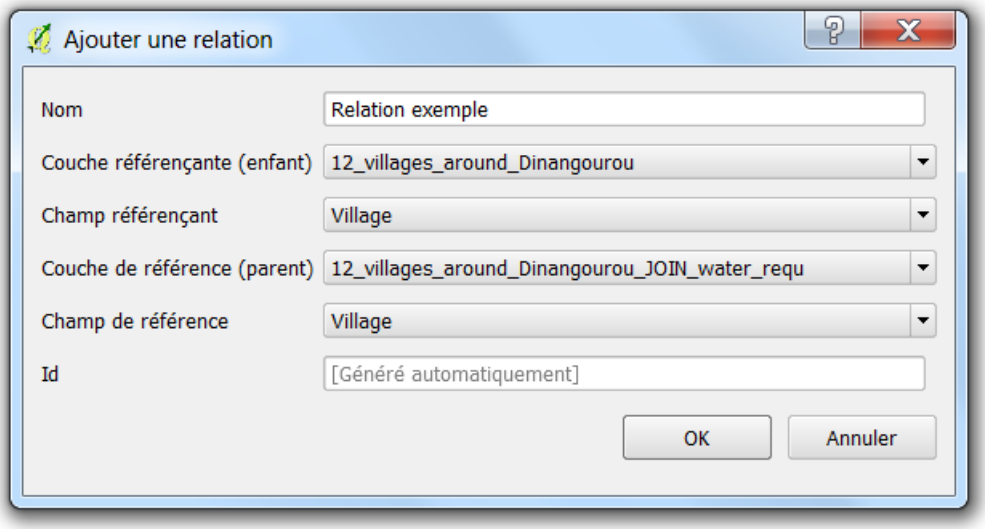


Figure 25 : Fenêtre d'ajout d'une relation

Pour accéder à une relation :

- Cliquez, dans l'interface spatiale, avec l'outil d'identification sur l'entité spatiale de la « Table_Base » pour laquelle vous voulez accéder à la relation
- Dans la fenêtre « Identifier les résultats » qui apparait, déroulez le menu « (Actions) »
- Cliquez sur « Afficher le formulaire de l'entité »
- La fenêtre « Nom de la Table_Base – Attributs d'entités » apparait
- Dans cette fenêtre, l'encadré inférieur droit donne accès aux informations de la « Table_Jointe » reliées à l'entité sélectionnée.

6.10. Statistiques, graphiques et calculs dans la table d'attributs

6.10.1. Calculer des statistiques dans la table d'attributs

Vous utiliserez 2 méthodes de calculs statistiques :

- *L'outil « GroupStats » pour calculer la somme des quantités d'eau disponibles par groupe de puits rattachés à (les plus proches de) chacun des villages.*
- *L'outil « Statist» pour avoir une idée de la distribution des quantités d'eau disponibles dans chacun des puits*

Quatre méthodes QGIS principales permettent de calculer des statistiques sur les informations contenues dans une table d'attributs.

- La fonction QGIS  « **Montrer le résumé statistique** » (barre d'outils « Attributs »)
- La fonction QGIS « **Statistiques basiques** » (« Vecteur > Outils d'analyse > Statistiques basiques »)
- L'extension QGIS « **GroupStats** » . Cette extension doit être installée (Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > GroupStats » : l'installer (confer la section 6.2.7 page 33)). Cette extension s'installe dans la barre d'outils « Vecteur ». Il n'existe pas de documentation officielle sur cet outil. 2 exemples d'utilisation assez sommaires et sans explication sur l'outil sont disponibles ici:
  - http://www.portailsig.org/content/plugin-qgis-group-stats
  - http://anitagraser.com/2013/02/02/group-stats-tutorial/
- L'extension QGIS « **Statist** » . Cette extension doit être installée (Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > Statist » : l'installer (confer la section 6.2.7 page 33)). Cette extension s'installe dans la barre d'outils « Vecteur ».

6.10.1.1. L'outil « Montrer le résumé statistique»

L'outil « Montrer le résumé statistique » :

- Est disponible via la barre d'outils « Attributs » 
- Permet de calculer, pour un champ donné, certaines statistiques de base : compte, somme, moyenne, médiane, St-dev (pop), écart-type, minimum, maximum, etc

6.10.1.2. L'outil « Statistiques basiques »

L'outil « Statistiques basiques » :

- Est disponible via le menu : « Vecteur > Outils d'analyse > Statistiques basiques »
- Permet de calculer, pour un champ donné, certaines statistiques de base affichées dans une fenêtre : moyenne, écart-type, somme, min, max, N, CV, nombre de valeurs uniques, portée, médiane
- Peut optionnellement ne prendre en considération que les entités sélectionnées
- Le résultat est copiable via la commande « ctrl + c »

6.10.1.3. L'outil « GroupStats » (Fr : Résumer, Récapituler, En : Summarize)

L'outil « GroupStats » va vous permettre de calculer la somme des quantités d'eau disponibles par groupe de puits rattachés à (les plus proches de) chacun des villages à partir du fichier « Puits_villages_spatial_join_exp.shp ».

L'outil « GroupStats » permet de calculer, dans une table d'attributs, une statistique donnée (somme, moyenne, minimum, etc) sur un champ (une colonne) par groupes définis dans un autre champ (dans une autre colonne).

Pour utiliser « GroupStats » :

- Installez l'extension « GroupStats » via le menu « Extension > Installer / Gérer les extensions > GroupStats »
- Cliquez sur le bouton « GroupStats »  dans la barre d'outils « Vecteur ».

La fenêtre « Group Stats » apparait. Dans cette fenêtre (Figure 26 et Figure 27),

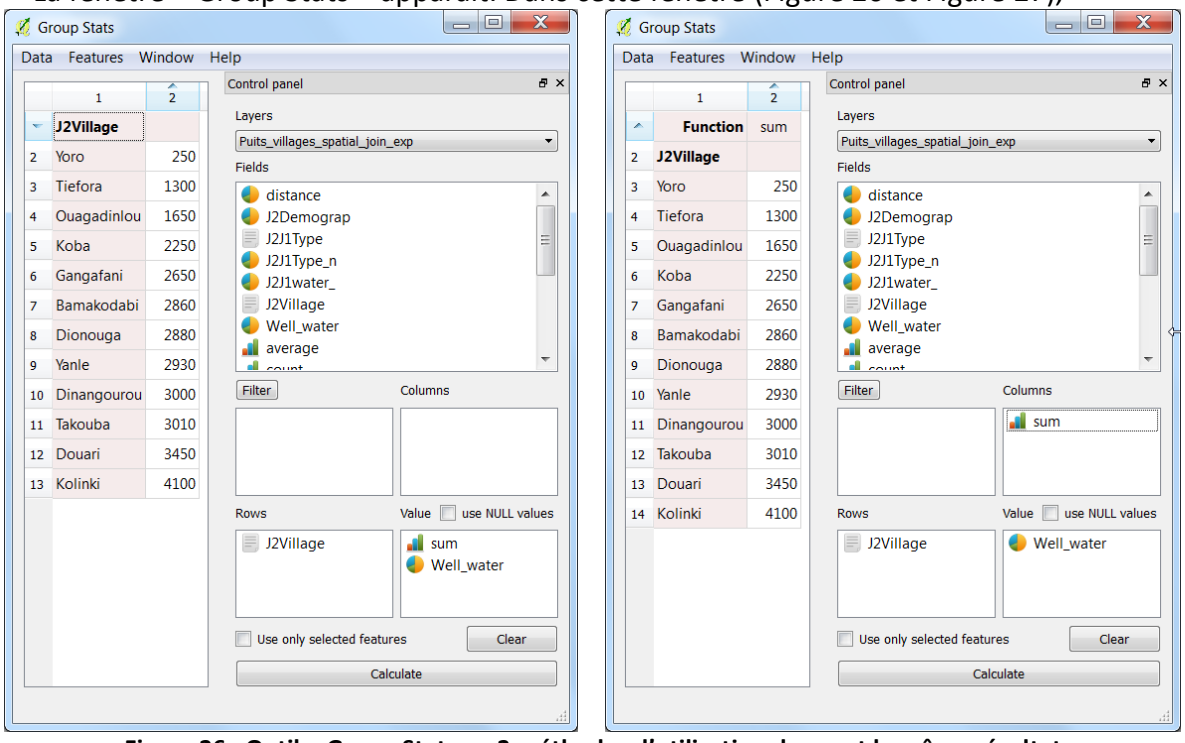
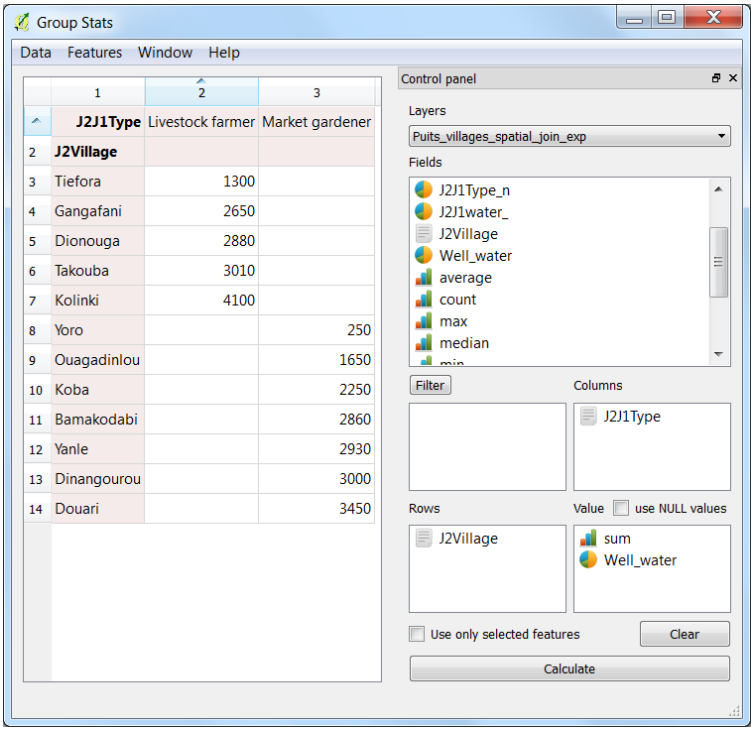


Figure 26 : Outil « Group Stats » : 2 méthodes d'utilisation donnant le même résultat



	1	2	3
	J2J1Type	Livestock farmer	Market gardener
2	J2Village		
3	Tiefora	1300	
4	Gangafani	2650	
5	Dionouga	2880	
6	Takouba	3010	
7	Kolinki	4100	
8	Yoro		250
9	Ouagadinlou		1650
10	Koba		2250
11	Bamakodabi		2860
12	Yanle		2930
13	Dinangourou		3000
14	Douari		3450

Figure 27 : Outil « Group Stats » avec utilisation de « Columns » pour classer les résultats du calcul

- Sélectionnez la couche sur laquelle calculer une statistique dans le menu déroulant « Layers »
- Dans la fenêtre « Fields », les différents types de champs sont identifiés par différentes icones :
    - Champ numériques : icône « camembert »
    - Champs textuels : icône « page »
    - Statistiques possibles : icône « histogramme »
- Glissez-déposez les éléments constitutifs du calcul souhaité dans la partie en bas à droite de la fenêtre « Group Stats »
    - Dans la fenêtre « Rows », glissez le nom du champ contenant les groupes par lesquels résumer l'information, groupes par lesquels calculer la statistique
    - Dans la fenêtre « Value », glissez la statistique à calculer et le nom du champ contenant l'information à résumer, l'information sur laquelle calculer la statistique.
    - Dans la fenêtre « Columns » (facultatif), glissez le nom du (des) champ(s) dont chaque valeur unique (combinaison unique des valeurs) sera utilisée pour séparer les résultats du calcul statistique en autant de colonnes (Figure 27)
- Cliquez sur « Calculate »

Le résultat du calcul est présenté dans la partie gauche de la fenêtre « Group Stats ». Il contiendra autant de lignes que de groupes par lesquels la statistique a été calculée et autant de colonnes que de combinaisons uniques de valeurs des champs utilisés dans la fenêtre « Columns ».

Le résultat n'est pas disponible directement dans QGIS sous forme de table ou de fichier. Pour enregistrer le résultat obtenu dans un fichier CSV :

- Cliquez, dans la fenêtre « Group Stats », sur « Data > Save all to CSV file »

- Naviguez vers le répertoire de sortie et nommez le fichier, *dans ce cas-ci « Group_stats_somme_eau_par_village_Mali.csv ».*
- Ouvrez le fichier CSV avec un éditeur de texte (par exemple Notepad++) afin de vérifier le résultat. La colonne contenant la statistique aura comme nom « None » si la fenêtre « Columns » est restée vide lors du calcul statistique.
- *Renommez cette colonne « Somme_eau_village », dans ce cas-ci.*
- Enregistrez ce fichier CSV et fermez-le.

Votre fichier statistique est produit et sauvegardé.

Observez cette table *et faites-vous une idée des quantités d'eau totale disponible par village. Dans le cas de l'exercice « Mali », afin d'ajouter dans le fichier « Puits_villages_spatial_join_exp.shp », la somme des quantités d'eau disponibles par groupe de puits rattachés à chacun des villages, suivez les étapes ci-dessous:*

- Ajoutez dans l'interface de QGIS le fichier CSV, obtenu via l'outil « GroupStats », via le bouton « Ajouter une couche vecteur » .
- Ouvrez la table d'attributs de ce fichier pour vérifier que l'importation s'est déroulée correctement
- *Réalisez une jointure attributaire (confer section 6.9.1.1) à partir du fichier « Puits_villages_spatial_join_exp.shp », en utilisant comme joint le champ «J2Village », et comme préfixe « J3 », vers le fichier «* Group_stats_somme_eau_par_village_Mali.csv *»*
- *Exportez le fichier résultat de la jointure dans le dossier « …\4 Join Relate Stats Compute in table» sous le nom « Puits_villages_eau_disponible.shp ». Dans ce fichier, c'est la colonne « J3*Somme_ea *» qui contient l'information sur la somme de l'eau disponible par village.*
- *Ajouter le fichier « Puits_villages_eau_disponible.shp » dans l'interface de QGIS.*
- *Vérifiez le contenu de ce fichier : table et entités spatiales.*

6.10.1.4. L'outil « Statist » (statistiques)

Utilisez l'outil « Statist» pour avoir une idée de la distribution des quantités d'eau disponibles dans chacun des puits en utilisant le fichier « 50_wells_around_Dinangourou.shp ».

L'outil « Statist » permet de calculer les statistiques principales (nombre total, nombre de valeurs uniques, minimum, maximum, gamme, somme, moyenne, médiane, déviation standard, coefficient de variation), ainsi qu'un graphique de la distribution de la fréquence des valeurs d'un champ sélectionné.

« Statist » est une extension et doit être installée (Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > Statist » : l'installer (confer la section 6.2.7 page 33)). Cette extension s'installe dans le menu « Vecteur > Statist ».

Pour utiliser « Statist » :

- Cliquez sur le bouton « Statist » 

La fenêtre « Statist : Field statistics » s'ouvre (Figure 28).

- Sélectionnez dans le menu déroulant « Input vector layer : » le fichier sur lequel calculer des statistiques
- Sélectionnez dans le menu déroulant « Target field : » la colonne sur laquelle calculer des statistiques
- Cliquez sur « OK »

Les statistiques chiffrées apparaissent dans la fenêtre « Statistics output : » et le graphique dans la partie droite de la fenêtre.

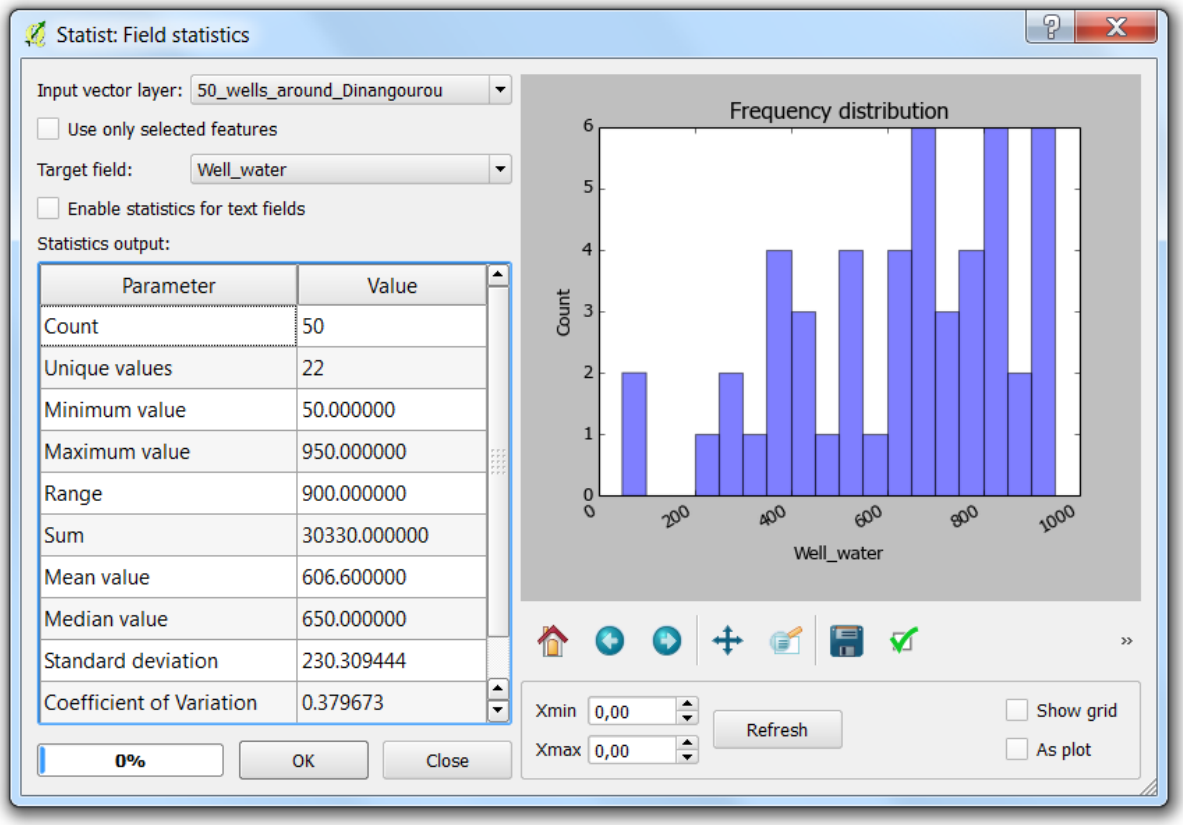


Figure 28 : Outil « Statist » : exemple de résultat de calcul

Remarque :

- Le calcul de statistiques peut optionnellement, en cochant l'option « Use only selected features », ne prendre en considération que les entités sélectionnées

6.10.2. Créer un graphique à partir de la table d'attributs

6.10.2.1. 3 possibilités de création de graphiques dans QGIS

Il ne semble pas facile de créer des graphiques à partir des informations contenues dans une table d'attributs avec les outils de base de QGIS. Pour créer un graphique, l'utilisateur aura plusieurs possibilités, du plus simple au plus compliqué :

- **Exporter la table d'attributs vers Excel et réaliser le graphique dans « Excel »**
  - Sélectionnez, dans le panneau « Couches », la couche dont la table d'attributs doit être exportée
  - Utilisez le menu « Vecteur > XY tools > Save attribute table as Excel file »
    - Sélectionnez les colonnes à exporter et cliquez sur « OK »

    - Ouvrez le fichier exporté dans Excel et réalisez le graphique
- **Utiliser l'application tierce « R »** (exemple détaillé dans la section suivante)
    - Pour utiliser « R », il faudra dans un premier temps installer et configurer « R » (confer les sections 6.13.3 et 6.13.4 pages 112 et 113)
    - Ensuite,
        - Soit importez un script « R » depuis la collection en ligne via
            - « Boite à outils de traitements > R scripts > Outils > Obtenir des scripts R depuis la collection en ligne » (il faut être connecté à internet)
            - Faire une recherche et installer les scripts pertinents par rapport au type de graphique à réaliser, par exemple « ggplot scatterplot » dans ce cas-ci, confer l'exemple ci-dessous.
            - Une fois installé, le(s) script(s) est disponible dans le menu « R scripts » et il ne reste qu'à l'utiliser en double-cliquant dessus
            - Le script peut être édité/modifié par un « Clic-droit > Editer script » sur le script et ensuite sauvé sous un autre nom via le bouton « Enregistrer sous… », *confer l'exemple ci-dessous.*
        - Soit écrivez le script R par vous-même
- **Utiliser le langage « Python »** (non documenté dans ce manuel)
    - Utiliser la console Python ou un script Python dans la boite à outils de traitements
    - Utiliser le module Python « matplotlib » disponible ici http://matplotlib.org/.
        - Ce module devra être installé

6.10.2.2. Exemple de création de graphiques dans QGIS avec « R »

L'exemple ci-dessous vous permettra de réaliser un graphique de type« nuage de points » (En : « scatter plot ») de la demande en eau par village en fonction de l'eau disponible par village. Dans le graphique obtenu (Figure 30), les villages au-dessus de la droite de « y=x » présentent le moins bon indice de satisfaction en eau, et inversement pour les villages en-dessous de cette droite.
ATTENTION ! Vous ne pourrez réaliser ce graphique qu'après :

1. *Avoir installé et configuré « R » pour QGIS (confer les sections 6.13.3 et 6.13.3.1 page 112 ci-dessous)*
2. *Avoir calculé les besoins en eau totaux par village en suivant les indications de la section 6.10.3.1 ci-dessous.*

Sautez donc pour le moment les instructions ci-dessous pour la création d'un graphique et revenez-y ultérieurement lorsque vous aurez installé et configuré « R » pour QGIS et que vous aurez calculé, à l'aide de la section 6.10.3.1, les besoins en eau totaux par village.

Pour créer un **graphique de type« nuage de points »** (En : « scatter plot »), le script « R » « ggplot scatterplot » peut être installé et utilisé.
Cependant cette version du script donne un graphique très basique (Figure 30, partie de gauche).
Ce script a été amélioré afin de produire un graphique plus parlant (Figure 30, partie de droite) en:

- Ajoutant un titre au graphique

- Ajoutant un axe de pente 1 passant par 0
- Affichant des labels (*le nom des villages dans ce cas-ci*) pour les points du graphique
- Modifiant la taille des points

Ce script amélioré est disponible *dans le répertoire « …\Initiation SIG QGIS ACE\DATA\4 Join Relate Stats Compute in table\R SCRIPT ggplot scatterplot modified.rsx »*.
Afin d'utiliser ce script amélioré, vous devrez, après avoir configuré R correctement (confer l'encadré ci-dessus), copier-coller ce script dans le répertoire que vous avez défini comme « Répertoire des scripts R » lors de la configuration de R dans QGIS (« Traitement > Options… > Prestataires de services > R scripts > Répertoire des scripts R ») et ensuite l'utiliser.

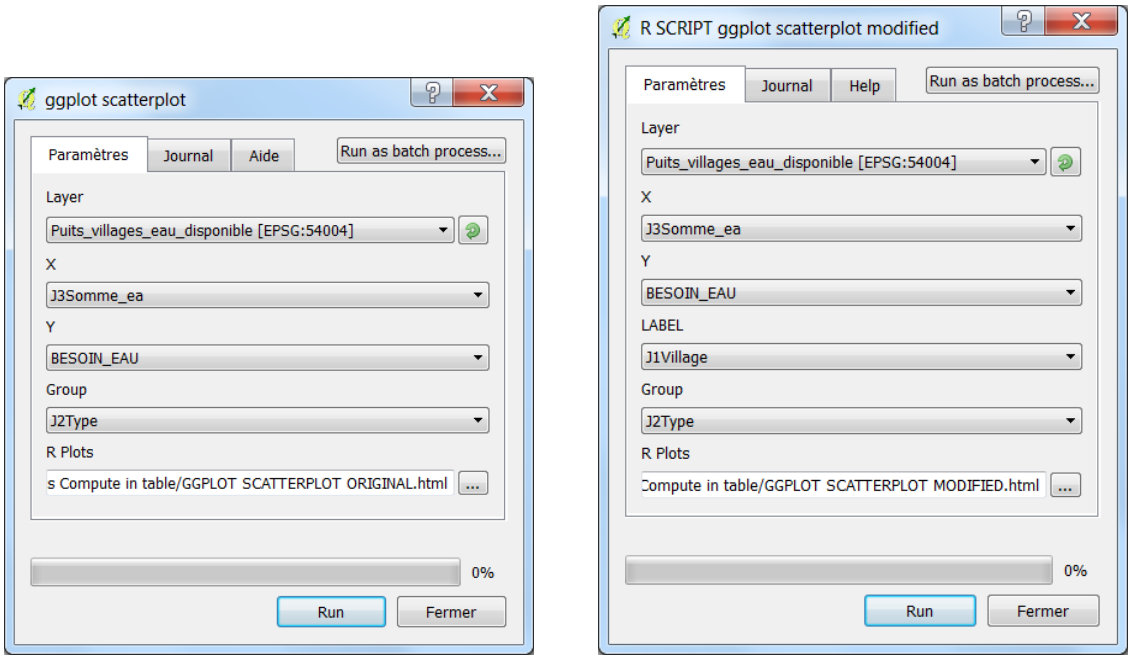


Figure 29 : paramétrage des scripts R « ggplot scatterplot.rsx » et « R SCRIPT ggplot scatterplot modified.rsx »



Figure 30 : Graphiques obtenus avec l'outil « ggplot scatterplot » (un script « R » utilisable dans QGIS)
(A gauche : script original ; à droite : script modifié)

6.10.3. Calculs dans la table d'attributs

6.10.3.1. Utiliser la calculatrice de champ de la table d'attributs

A l'aide des indications ci-dessous, vous allez calculer :

- ***Les besoins en eau totaux par village***
- ***L'indice de satisfaction en eau pour chaque village***

Ces calculs peuvent s'opérer directement dans la table d'attributs du fichier « Puits_villages_eau_disponible.shp » contenant les informations nécessaires à ces calculs à l'aide de la « Calculatrice de champ ».

Le besoin en eau total par village se calcule comme suit :

$$\text{Besoin en eau total par village} = \text{Démographie du village} * \text{Besoin en eau par habitant du village}$$

L'indice de satisfaction en eau de chaque village se calcule comme suit :

$$\text{Indice de satisfaction en eau par village} = \frac{\text{Somme de l'eau disponible par village}}{(\text{Démographie du village} * \text{Besoin en eau par habitant du village})}$$

Soit, dans l'interface de la « Calculatrice de champ »:

*BESOIN_EAU = "J2Demograp" * "J2J1water_"*

*INDICE = "J3*Somme_ea*" / ("J2Demograp" * "J2J1water_")*

*La composante « "J2Demograp" * "J2J1water_" » exprime les besoins totaux en eau par village en fonction de leur démographie et du type de population (cultivateur versus éleveur).*

Vous choisirez, dans la calculatrice de champs, de, :

- *Pour « BESOIN_EAU »*
  - *« Créer un nouveau champ » que vous nommerez « BESOIN_EAU », de type « Nombre entier (entier) », de longueur « 5 » et de précision « 0 ».*
  - *Utiliser l' « Expression » mentionnée ci-dessus à l'aide de la « Fonctions » « Champs et valeurs » qui contient les noms des champs de la table d'attributs.*
- *Pour l' « INDICE » de satisfaction en eau:*
  - *« Créer un nouveau champ » que vous nommerez « INDICE », de type « Nombre décimal (réel) », de longueur « 5 » et de précision « 3 ».*
  - *Utiliser l' « Expression » mentionnée ci-dessus à l'aide de la « Fonctions » « Champs et valeurs » qui contient les noms des champs de la table d'attributs.*

Vous obtiendrez de la sorte les indices de satisfaction en eau de chaque village et pourrez identifier les villages où un manque d'eau est à prévoir (valeur de l'indice < 1) si chaque village ne peut exploiter que les puits desquels il est le plus proche. Votre « Mission Mali » sera alors accomplie ☺!

Rem : N'oubliez pas de réaliser le graphique présenté à la section précédente (section 6.10.2.2).

La calculatrice de champ permet de réaliser une gamme très variée d'opérations mathématiques se basant sur les valeurs reprises dans un ou plusieurs champs de la table d'attributs d'un fichier.

Pour réaliser un **calcul inter-colonnes**, dans la table d'attributs du fichier concerné,

- Ouvrez la table d'attributs du fichier
- Cliquez sur le bouton « Ouvrir la calculatrice de champs (Ctrl+I) » 
- Paramétrez votre calcul à l'aide de l'interface de la calculatrice de champ qui apparait (Figure 31). Vous avez notamment le choix de :
    - Créer un nouveau champ ou de mettre à jour un champ existant
    - Lors de la création d'un nouveau champ, choisir :
        - Nom
        - Type : nombre entier, nombre décimal, texte ou date
        - Longueur : nombre de chiffres total du nombre (décimaux et non décimaux)
        - La précision : nombre de chiffres après la virgule
    - Lors de la mise à jour d'un champ existant, choisir le champ à mettre à jour dans le menu déroulant.
    - Rédiger l'expression de calcul à l'aide d'opérateurs mathématiques et de nombreuses fonctions, dont la fonction :
        - « Champs et valeurs » qui contient les noms des champs de la table d'attributs, utiles pour le calcul inter-colonnes.
        - …
- Cliquez « OK »

Le champ se remplit des résultats du calcul. Attention, lors du calcul, la table d'attributs passe automatiquement en « mode d'édition » (confer section « 6.11 Edition et création de données géographiques », page 87). Vous devez donc, après que le calcul soit effectué :

- Sortir du « mode d'édition » en cliquant sur le bouton « Activer le mode d'édition (Ctrl+E) » 
- Cliquez sur le bouton « Enregistrer » dans la fenêtre apparaissant vous demandant « Voulez-vous enregistrer les modifications pour la couche 'nom de la couche' ? »

Le fichier est maintenant édité et enregistré.

- Vérifiez que le calcul s'est effectué correctement dans la table d'attributs.

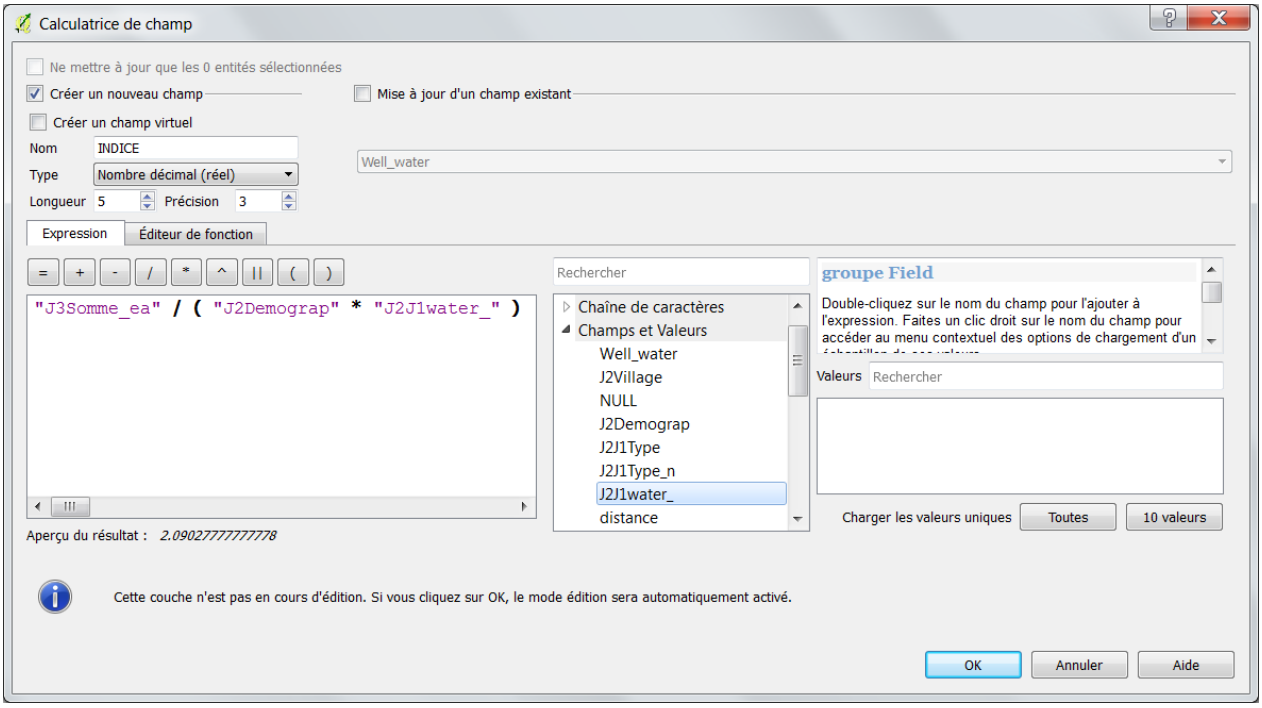


Figure 31 : Calculatrice de champ : exemple de calcul inter-colonne dans un nouveau champ

6.10.3.2. Créer un nouveau champ dans la table d'attributs

Notez qu'il est possible de créer un nouveau champ vide dans la table d'attributs. Pour ce faire :

- Ouvrez la table d'attributs du fichier
- Entrez en « mode d'édition » en cliquant sur le bouton « Activer le mode d'édition Ctrl+E) » de la table d'attributs
- Cliquez sur le bouton « Nouvelle colonne (Ctrl+W) »
- Définissez le format de votre champ dans la fenêtre qui apparait « Ajouter une colonne »
- Cliquez sur « OK »

Le nouveau champ apparait dans la table d'attributs

6.10.3.3. Calculer des aires, périmètres, longueurs d'entités spatiales

Contextualisation 3 – Suite et fin

*Certains habitants du village de Yanle cultivent quelques champs de coton bio, l'or blanc de l'Afrique, en plus de leurs légumes. Etant donné qu'ils reçoivent de la part des sociétés cotonnières des quantités d'engrais en fonction de leur superficie en coton, ils vous ont demandé d'**évaluer à l'aide de votre SIG les superficies exactes** de leurs parcelles de coton. Vous avez accepté. Un rapide relevé de terrain muni d'un GPS vous a permis de produire un fichier shapefile de polygones «Cotton_parcel_Yanle.shp » représentant les parcelles de coton du village.*
Zoomez sur cette couche à l'aide d'un « Clic droit > Zoomer sur la couche » sur la couche pour la visualiser dans la fenêtre de visualisation. Aidez-vous des indications ci-dessous pour calculer les superficies des parcelles.

Vous reprojetterez le fichier «Cotton_parcel_Yanle.shp » dans un système de coordonnées projetées adapté à la zone étudiée, le système « World_Mercator », EPSG : 54004 et vous le nommerez «Cotton_parcel_Yanle_Proj_Mercator.shp ».
Vous nommerez le champ dans lequel vous calculerez la superficie « Superficie », utiliserez un type « Nombre décimal » de « Longueur » 12, et de « Précision » 2.

Attention, les aires (superficies), périmètres ou longueurs sont calculés dans le système de coordonnées utilisé par le fichier à partir duquel le calcul est réalisé.

- S'il s'agit d'un système de coordonnées géographiques (non projetées), le paramètre calculé sera exprimé en degrés.
- S'il s'agit d'un système de coordonnées projetées, le paramètre calculé sera exprimé dans les unités du système : m, km, etc

Il est donc important de vérifier le système de coordonnées du fichier d'intérêt avant de réaliser le calcul :

- Cliquez-droit sur la couche à contrôler > « Propriétés > Général > Système de coordonnées de référence (SCR) »

Eventuellement, réalisez une reprojection (passer d'un système de coordonnées vers un autre) :

- Utilisez la fonction « Reprojeter une couche » disponible dans le panneau « Boite à outils de traitements », dans, via l'interface avancée, « Géotraitements QGIS > Outils généraux de vecteurs > Reprojeter une couche »
- Choisissez un système de coordonnées projetées adéquat.

Une fois le système de coordonnées du fichier bien défini, pour réaliser le calcul :

- Ouvrez la table d'attributs du fichier
- Utilisez la calculatrice de champ (confer ci-dessus la section 6.10.3 et Figure 32)
- Sélectionnez comme « Fonctions » « Géométrie > $area ou $length ou $perimeter »

Faites attention à définir le bon « Type » de champ, de même que les bonnes « Longueur » et « Précision » du champ recevant le résultat du calcul sous peine de ne pas voir apparaitre le résultat souhaité.

- Cliquez « OK »
- Sortez du « mode d'édition » en cliquant sur le bouton « Activer le mode d'édition (Ctrl+E) » 
- Cliquez sur le bouton « Enregistrer » dans la fenêtre apparaissant vous demandant « Voulez-vous enregistrer les modifications pour la couche 'nom de la couche' ? »

Le fichier est maintenant édité et enregistré.

- Vérifiez que le calcul s'est effectué correctement dans la table d'attributs.

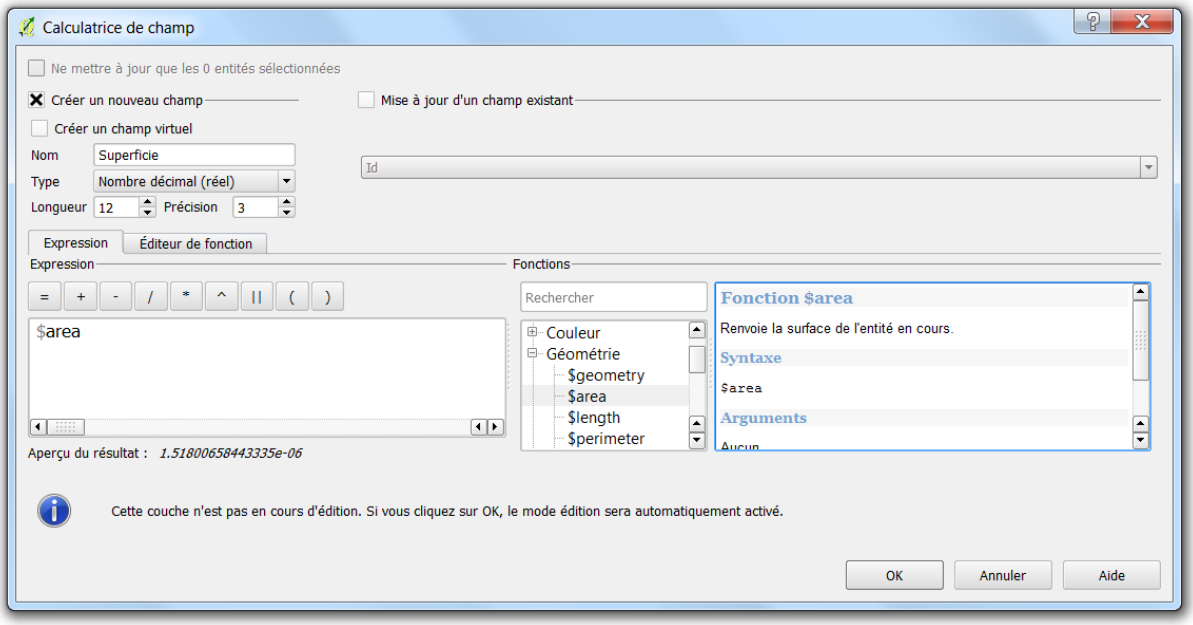


Figure 32 : Calculatrice de champ : exemple de calcul de la superficie de polygones

6.10.3.4. Calculer des centroïdes d'entités spatiales

Le « **centroïde** » est défini comme étant le point le plus au centre d'une entité spatiale. Il peut se situer en dehors de l'entité spatiale (Figure 33). Le centroïde d'un point correspond à ses coordonnées X et Y.
Le « **centroïde forcé** » est le point le plus au centre **ET** inclus **sur/dans** une entité spatiale respectivement pour les lignes/polygones.

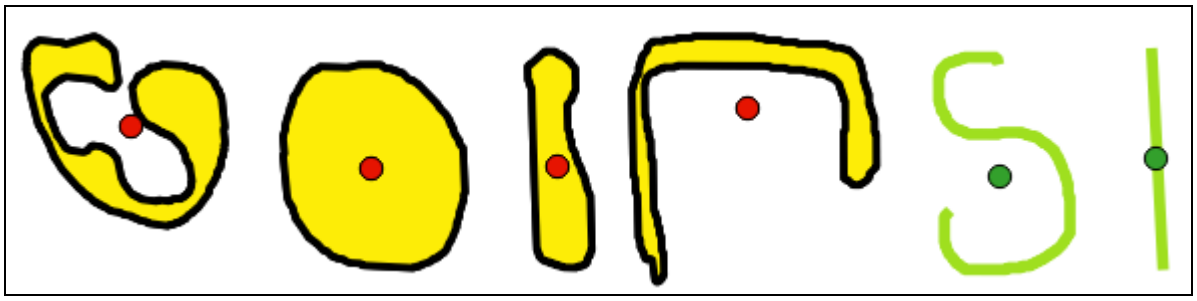


Figure 33 : Exemples de centroïdes de polygones (en rouge) et de lignes (en vert)

Il existe diverses possibilités pour calculer ou obtenir les centroïdes d'entités spatiales dans QGIS. Quelques exemples sont repris ci-dessous.

1. **Centroïdes de polygones vers un fichier de points**
   - Outil « Vecteur > Outils de géométrie > Centroïdes de polygones… »
     - Produit un fichier shapefile de points correspondant aux centroïdes des polygones du fichier shapefile utilisé en entrée
   - Outil « Traitement > Boite à outils > SAGA > Shapes - Poygons > Centroïdes de polygones »
     - Idem

2. Centroïdes de points, lignes, polygones vers la table d'attributs

- Dans la « **Calculatrice de champ** »  de la table d'attributs du fichier pour lequel calculer les centroïdes
    - Demandez la création d'un nouveau champ que vous nommerez par exemple « X_centroid » (pour la longitude) de type « Nombre décimal (réel) », avec une « Longueur » (longueur totale du chiffre y compris les décimales) et une « Précision » (nombre de décimales) suffisantes que pour accueillir les coordonnées des centroïdes exprimées dans le système de coordonnées du fichier (attention à prévoir suffisamment de décimales si les coordonnées sont calculées en degrés)
    - Dans la fenêtre « Expression » de la calculatrice de champ tapez ensuite l'expression suivante pour la longitude : « x($geometry) ».
    - Cliquez sur « OK ». Les coordonnées des longitudes des entités du fichier sont calculées et affichées dans le champ créé (« X_centroid »)
    - Recommencez pour la latitude avec un champ appelé « Y_centroid » et l'expression « y($geometry) »



Contextualisation 4
SIG Participatif aux Philippines

L'ONG philippines « ACE » vous demande de réaliser l'insertion dans un SIG du plan d'aménagement du territoire qu'elle a élaboré avec la communauté de pêcheurs et d'agriculteurs du village d'Akbar sur l'île de Basilan aux Philippines, dans le cadre de son projet de développement rural, au cours d'un atelier de SIG participatif et de cartographie communautaire. Les aménagements clefs identifiés par les villageois sont :

- *l'implantation de 4 éoliennes (windmill),*
- *l'installation de 3 points d'eau potable (water point),*
- *l'aménagement d'un potager biologique communautaire (organic vegetable garden),*
- *l'installation d'un réseau d'égouttage pour les eaux usées (sewerage)*

L'ONG a demandé à la communauté de dessiner au marqueur ces aménagements aux endroits voulus sur une image satellitaire issue de Google Earth (Figure 34). La carte a été légendée, scannée, puis géoréférencée dans QGIS. Cette carte est disponible en format « .tif » (raster) dans le répertoire « … DATA\5 Edition et création de données\ AKBAR_Community map_GEOREF.tif ».



Figure 34 : Plan d'aménagement du territoire réalisé via un atelier de SIG participatif communautaire dans le village d'Akbar sur l'île de Basilan aux Philippines et aperçu du village

Aidez-vous des instructions ci-dessous (section 6.11) pour insérer ces aménagements dans votre SIG. Attention, de choisir le bon format de fichier shapefile pour chaque type d'aménagement :

- *Eoliennes et points d'eau : shapefile de type « point »*
- *Parcelles de potager : shapefile de type « polygone »*
- *Réseau d'égouttage : shapefile de type « line »*

Remarquez qu'on vous demande d'intégrer les 4 éoliennes dans le fichier « Basilan windmill project.shp » reprenant les éoliennes en projet de construction de l'île.

Démarrez votre travail en explorant les données présentes dans le projet QGIS « Participatory GIS Philippines.qgs » disponible dans le répertoire « … DATA\5 Edition et création de données ».

Contextualisation 4 : SIG participatif aux Philippines

6.11. Edition et création de données géographiques

6.11.1. Edition (modification) de données géographiques

Une fois ouvert le projet QGIS « Participatory GIS Philippines.qgs » disponible dans le répertoire « … DATA\5 Edition et création de données », à l'aide des indications ci-dessous, éditez le shapefile « Basilan windmill project.shp » dans lequel vous ajouterez les 4 éoliennes d'Akbar. Il vous faudra zoomer sur la zone où se trouve les éoliennes à créer et les « dessiner » via l'ajout de points identifiant leur localisation.

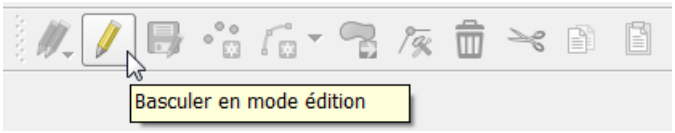
L'édition de données se fait dans ce qu'on appelle une « **session d'édition** ».
QGIS permet de **modifier des fichiers de données existants**, par exemple :

- **Ajouter** un nouveau **polygone** représentant une nouvelle construction pour la mise à jour d'un shapefile de polygones reprenant les habitations d'une ville.
- **Modifier** le tracé d'une **ligne** représentant une rivière qui aurait été détournée, dans un shapefile représentant le réseau hydrographique d'une région.
- **Supprimer** des **points** identifiants des arbres remarquables qui viennent d'être arrachés par une tempête.

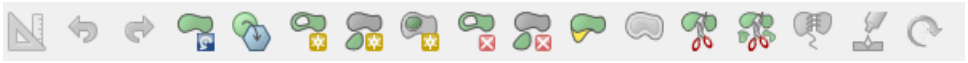
6.11.1.1. Contrôler l'édition

L'édition est contrôlée par 2 barres d'outils.

- La « Barre d'outils de la numérisation », permet des opérations d'édition de base.

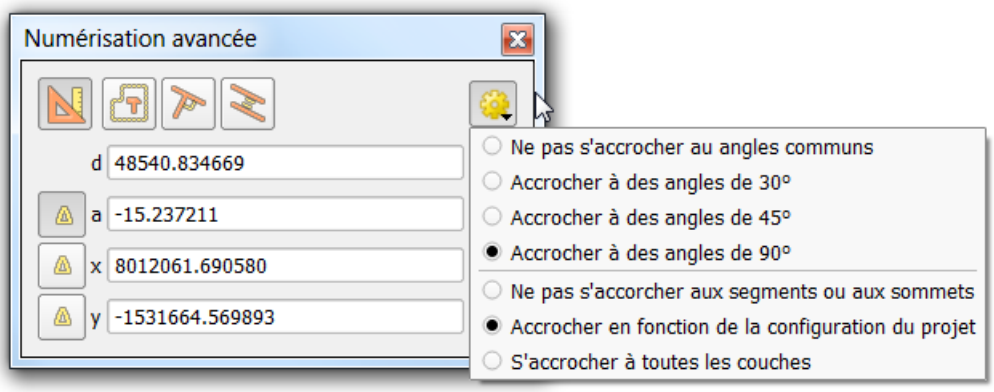


- La « Barre d'outils de la numérisation avancée » permet des opérations d'édition avancées.



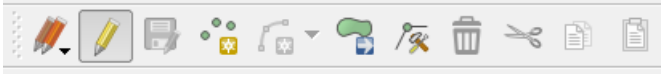
Ces outils sont également disponibles via le menu principal de QGIS « Editer ».

- Une fois un dessin en cours, le bouton  permet d' « activer les outils de numérisation avancée » qui sont disponibles dans la fenêtre « Numérisation avancée ». Ces outils permettent notamment de définir des angles, des directions et des distances entre éléments constitutifs d'une entité spatiale (exemple : pour dessiner des murs d'une maison à angles droits).



- Pour activer l'édition d'une couche donnée :
  - Sélectionnez cette couche dans le panneau « Couches »
  - Cliquez sur le crayon jaune  de la « Barre d'outils de la numérisation ».

La barre d'outils devient active :



Cette barre d'outils permet notamment de :

-  Enregistrer les modifications, retourner à l'étape précédente, annuler les modifications
-  Activer, désactiver le mode édition
-  Enregistrer les modifications de la couche
-  Ajouter une entité de type point, ligne ou polygone respectivement. Ces boutons apparaissent interactivement en fonction du type de couche (point, ligne, polygone) qui est sélectionnée dans le panneau « Couche ».
-  Déplacer une entité
-  Supprimer les entités sélectionnées
- …

6.11.1.2. Extensions d'édition

De nombreuses autres possibilités d'édition sont disponibles via une **série d'extensions** (confer section 6.2.7 page 33). Vous pouvez jeter un œil ici par exemple : https://plugins.qgis.org/plugins/tags/digitizing/ :

- Outils CAD (En : Computer-Aided Design = Fr : Conception Assistée par Ordinateur (CAO))
- Courbe en trait continu « streaming »
- …

6.11.1.3. Editer une couche vectorielle

- Ajoutez (si ce n'est déjà fait) dans votre projet QGIS le fichier que vous voulez éditer. Si ce fichier est un fichier nouvellement créé dans le « Navigateur QGIS », sans entité spatiale, rien n'apparaitra dans la fenêtre de visualisation mais le fichier viendra s'ajouter comme une nouvelle couche « vide » dans la table des matières.
- Sélectionnez dans le panneau « Couches » le fichier à éditer
- Cliquez sur le crayon jaune  de la « Barre d'outils de la numérisation ».
- Réalisez l'édition avec les outils disponibles (confer ci-dessus)
    - Dessin
        - Le dessin avec l'outil de base « Ajouter une entité » se fait via un ou plusieurs clic-gauche, selon que le fichier édité est de type point (un clic) ou ligne ou polygone (plusieurs clics)
    - **<u>Fin de dessin et édition de la table d'attributs</u>**
        - Pour terminer une ligne ou un polygone, faites un clic droit.
        - A la fin de la construction d'une entité, lors du clic gauche pour un point ou lors d'un clic-droit pour les lignes et les polygones, une fenêtre apparait automatiquement et permet d'éditer directement les attributs de l'entité terminée. Le nombre de champs de cette fenêtre dépend évidemment du nombre de champs dans la table d'attributs.
    - **<u>Annulation et modification de dessin</u>**
        - Les flèches  permettent d'annuler ou de rappeler la dernière entité dessinée.
        - Il ne semble pas possible d'effacer ou d'annuler un vertex en particulier en cours de dessin
        - L' « outil de nœud »  permet de modifier les vertex d'une entité terminée :
            - 2 clics gauches pour sélectionner puis activer un vertex, qui devient bleu une fois activé
            - Cliquer sur le vertex et glissez jusqu'à la position désirée pour déplacer le vertex
            - Touche « suppression » du clavier pour supprimer le vertex sélectionné
    - **<u>Suppression d'entités :</u>**

      Pour supprimer une ou plusieurs entité(s) :
        - Sélectionnez la ou les entité(s)
        - Cliquez sur le bouton de suppression 
- Conseils :
    - Zoomez sur la partie à éditer. Au plus vous zoomerez, au plus votre édition sera précise.
    - Vous pouvez également définir la « **distance de tolérance d'accrochage** » (En : « **snapping tolerance** »), c'est-à-dire une distance à partir de laquelle 2 sommets (En : vertex) ou segments sont spatialement collés ou fusionnés

automatiquement (confer ci-dessous la section 6.11.1.5 « Options d'accrochage »).

6.11.1.4. Options de numérisation (création, édition, accrochage,…)

Il existe toute une série de paramètres généraux qui régulent la numérisation ou édition de données vectorielle. Ces paramètres peuvent être modifiés via le menu principal de QGIS :

- « Préférences > Options… > Numérisation » (Figure 35)

Avec notamment :

- L'épaisseur des lignes au moment de l'édition (par défaut très fines et peu visibles)
- Les options d'accrochage (confer ci-dessous)

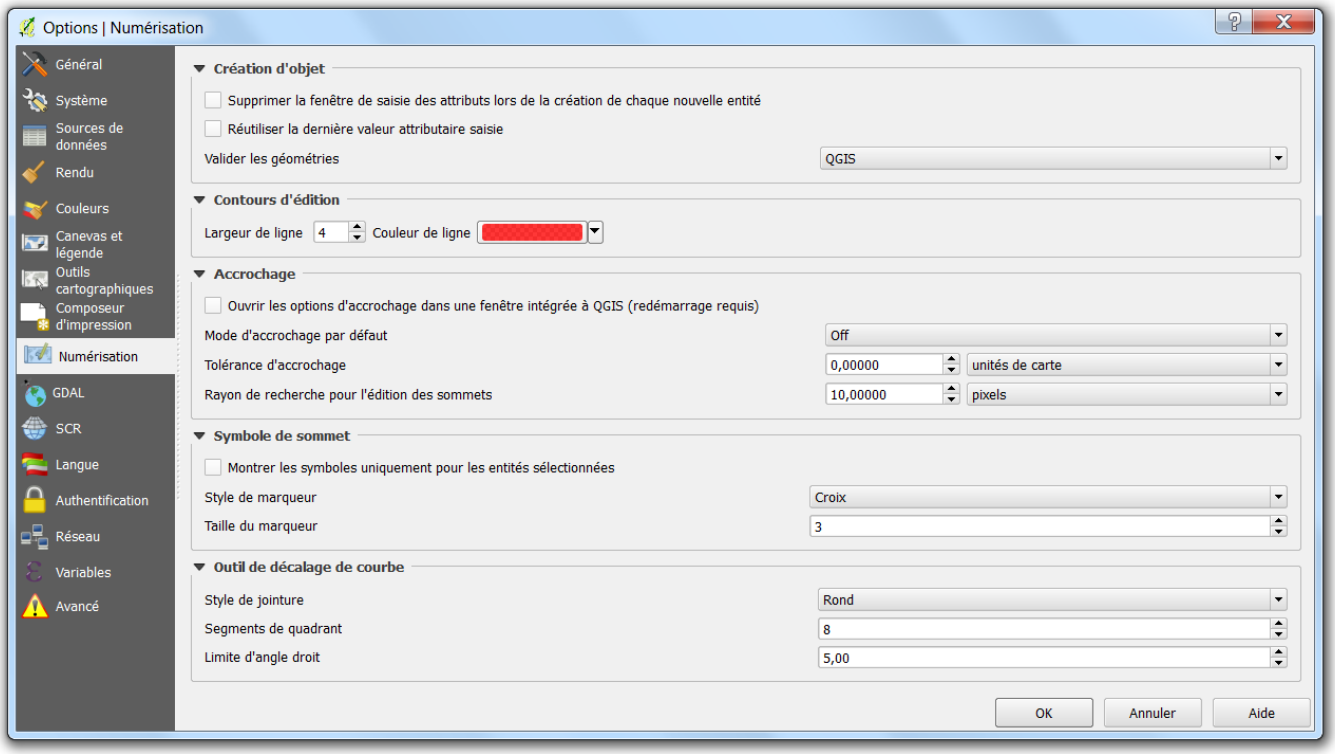


Figure 35 : Fenêtre de réglage des options de numérisation (création, édition, accrochage,…)

6.11.1.5. Options d'accrochage

Lorsque le dessein de certaines entités spatiales requière une certaine précision, pour que par exemple des entités soient parfaitement jointives, il est nécessaire de paramétrer correctement les « Options d'accrochage » (En : « Snapping » (ajustement automatique)) contrôlant une session d'édition.

L'accrochage consiste en le fait qu'un élément « E1 » (un sommet ou un segment) d'une entité spatiale en cours de construction sera automatiquement déplacé (collé spatialement) vers un élément « E2 » (un sommet ou un segment) d'une autre entité spatiale déjà existante si cet élément « E1 » se positionne à une distance de « E2 » inférieure à une valeur définie par la tolérance d'accrochage.

Les options d'accrochage sont modifiables via le menu principal de QGIS :

- Préférences > Options d'accrochage… (Figure 36)

Cet outil permet de définir :

- Le type d'accrochage : sur un sommet, sur un segment, sur un sommet et un segment.
- La tolérance d'accrochage (En : **snapping tolerance**) : une distance (en unités de la carte ou en pixel) à partir de laquelle 2 « vertex » (un vertex = un point constitutif d'une entité spatiale) ou 2 segments voisins et d'entités spatiales distinctes sont fusionnés/collés automatiquement.

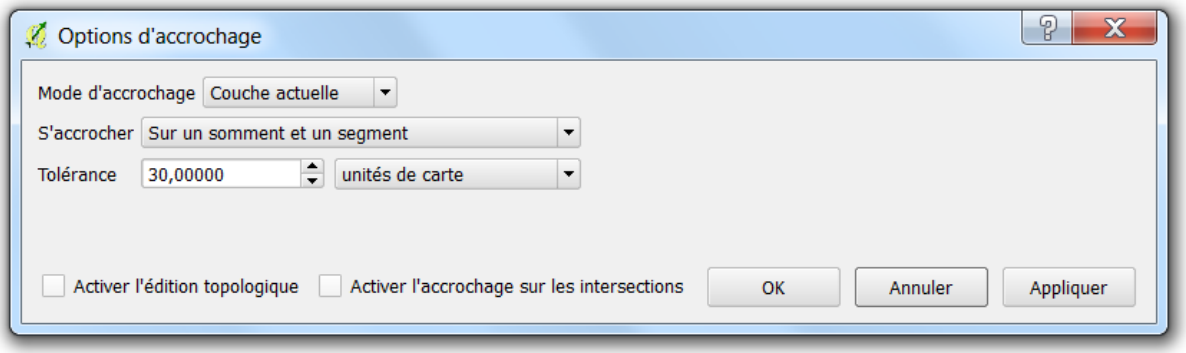


Figure 36 : Fenêtre de réglage des options d'accrochage

6.11.1.6. Editer la table d'attributs

En mode édition, vous avez aussi accès à la table d'attributs si vous voulez éditer les informations sur les entités spatiales que vous modifiez / créez.

- Par défaut, à la fin du dessin de chaque nouvelle entité spatiale, une fenêtre apparait automatiquement et permet d'éditer directement les attributs de l'entité terminée. Ceci peut être modifié dans les « Préférences > Options… > Numérisation > Création d'objet »
- L'édition peut se faire également directement dans la table d'attributs.
- Vos éditions dans la table d'attributs devront respecter le format prédéfinis des colonnes (texte, date, chiffre entier, chiffre décimal, etc).
- Pour visualiser l'entité spatiale que vous éditez dans la table d'attributs, sélectionnez-la,
    - Soit, dans l'interface géographique, à l'aide de la flèche de sélection 
    - Soit, dans la table d'attributs, en cliquant sur le carré gris à gauche de la ligne identifiant l'entité, suivi d'un clic sur le bouton  « Zoomer la carte sur les lignes sélectionnées (Ctrl+J) »

6.11.1.7. Sauvegarder des modifications et clôturer une session d'édition

A la fin d'une session d'édition, il est important de sauver les modifications réalisées. Pour ce faire, dans la barre d'outils d'édition, cliquez sur :

- Le bouton  pour enregistrer les modifications de la couche
- Le bouton  pour désactiver le mode édition

6.11.2. Créer de nouvelles données géographiques

A l'aide des indictions ci-dessous, vous allez créer 3 nouveaux shapefile qui accueilleront, via l'édition (confer ci-dessus), les informations relatives aux points d'eau potable, au potager biologique communautaire et à l'installation du réseau d'égouttage. Vous travaillerez dans le répertoire « … DATA\5 Edition et création de données ».

Pour **créer un nouveau fichier** de données géographiques, **2 possibilités** s'offrent à vous dans l'interface principale de QGIS:

- Soit, **exporter ou copier** un fichier ou une partie de fichier existant vers un nouveau fichier *(ne pas utiliser cette possibilité dans le cas de l'exercice « Philippines »)*
- Soit, **créer un nouveau fichier « vide » et l'éditer.**

Différents types de nouveaux fichiers peuvent être créés dans QGIS :

- Une couche **shapefile** :
  - Un shapefile est un fichier de données vectorielles (points ou lignes ou polygones) enregistrant la localisation, la forme, les attributs, etc. des entités géographiques
  - C'est le format le plus courant pour des entités spatiales vectorielles en SIG
- Une couche **SpatiaLite** : (non utilisé dans ce manuel)
  - « Spatialite » est un format de fichier permettant de stocker une base de données spatiale dans un seul fichier
  - Plus d'information sur ce format est disponible via le lien suivant : http://docs.qgis.org/2.8/en/docs/training_manual/databases/spatialite.html
- Une couche **en mémoire temporaire** : (non utilisé dans ce manuel)
  - Permet de créer des couches vectorielles de différents types, mais temporaire
  - Une couche temporaire ne sera pas sauvegardée et sera supprimée lors de a fermeture du projet QGIS
- Une couche **GPS** : (non utilisé dans ce manuel)
  - Une couche avec l'extension « .gpx » qui correspond au format « GPS eXchange format ».
  - Ce format est un format de stockage et d'échange de données GPS qui peut contenir, dans un même fichier, n'importe quel nombre de :
    - « points d'intérêt » : positions (En : « waypoints »)
    - « itinéraires » : séquences de positions
    - « tracks » : un journal de suivi des déplacements du récepteur en fonction du temps
  - Pour en savoir plus sur l'utilisation de fichiers GPS dans QGIS, voyez le lien suivant http://docs.qgis.org/2.0/fr/docs/user_manual/working_with_gps/plugins_gps.html et l'Annexe 4 - .

Pour créer un nouveau fichier :

- Cliquez sur le menu principal de QGIS « Couche > créer une couche »
- Choisissez le type de couche à créer.

Noms des fichiers de données géographiques
!! Remarquez que lors de la création d'un nouveau fichier (ou d'une nouvelle table), les noms comprenant des caractères spéciaux sont à proscrire : bien que compatibles avec certaines fonctions de bases, ils seront peut-être incompatibles avec des options avancées. Comme pour tout fichier informatique, pensez à donner des noms le plus explicite possible.

6.11.2.1. Créer un nouveau « Shapefile »

Pour **créer un shapefile :**

- Cliquez sur le menu principal de QGIS « Couche > créer une couche > Nouvelle couche shapefile… »
  La fenêtre « Nouvelle couche vecteur » apparait. Dans cette fenêtre :
- Paramétrez la création du shapefile comme souhaité, en particulier :
  - Le « Type » de shapefile (point, ligne, polygone)
  - Le « SCR » (Système de Coordonnées de Référence)
  - La création des champs de la table d'attributs (nom, type, largeur, précision)
  - …
- Cliquez « OK »

La fenêtre « Enregistrer la couche sous… » apparait :

- Naviguez jusqu'au répertoire dans lequel enregistrer la couche
- Nommez votre couche
- Cliquez sur « Save »

Le fichier est créé et s'ajoute automatiquement dans le panneau « Couches » de l'interface principale de QGIS.
Les fichiers créés de la sorte sont vides (ne contiennent aucune entité spatiale). Il faut donc les éditer (confer la section 6.11.1, ci-dessus) pour y insérer des entités spatiales et leurs attributs.

L'ajout de nouveaux champs après la création de l'entité est possible de 2 manières :

- Directement dans la table d'attributs (« Clic droit sur la couche > Ouvrir le table d'attributs »)
- Via les propriétés de la couche (« Clic-droit sur la couche > Propriétés > Champs »)

Le « Navigateur QGIS » permet également de créer une nouvelle couche shapefile via le bouton « Nouveau shapefile » (Figure 37).

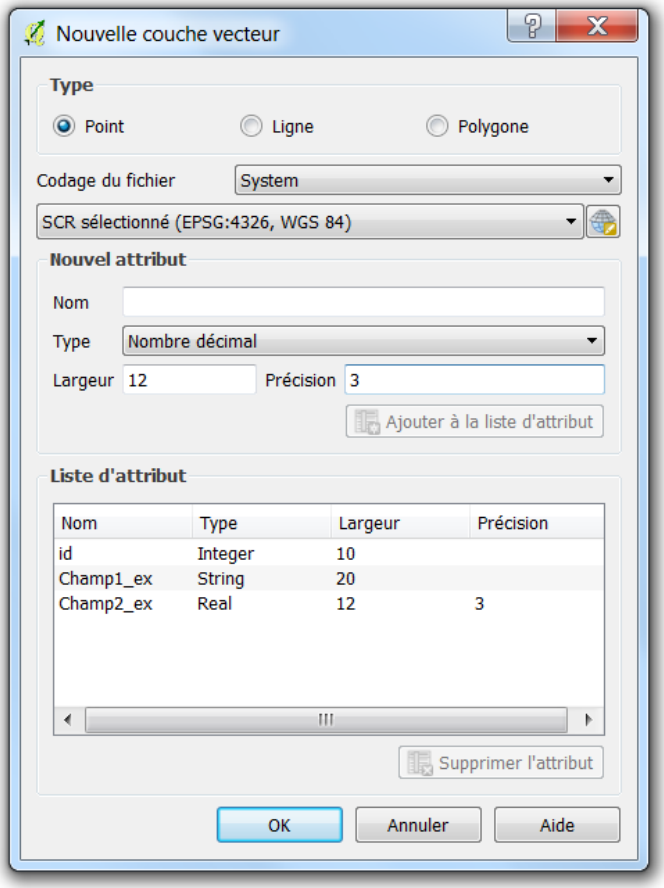


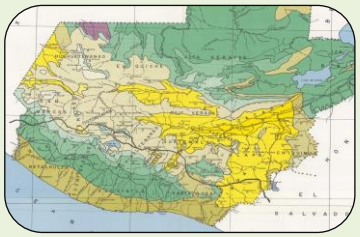
Figure 37 : Fenêtre de création d'une nouvelle couche vecteur (shapefile)



Contextualisation 5

Etude de l'évolution spatiale des zones écologiques du Guatemala

Le centre d'étude en écologie du Guatemala vous demande de réaliser une étude de l'évolution des zones écologiques du Guatemala depuis 1950 jusqu'à maintenant. La première étape de votre travail consiste en la collection des données historiques disponibles.


Au cours de vos recherches vous avez trouvé la carte « Mapa ecologico de Guatemala, con la clave de clasificacion de vegetales del mundo » datant de 1959 sur le site web du « European archive on the soil maps of the WORLD (EuDASM) » (http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eudasm/EUDASM.htm). Cette carte n'était disponible que dans un format JPG non géoréférencée. Vous l'avez téléchargée et enregistrée dans le dossier «…\Initiation SIG QGIS ACE\DATA\6 Georeferencing\» sous le nom « guat_lucp.jpg ».

Afin de pouvoir facilement comparer cette carte avec les autres données plus récentes, que vous récolterez ultérieurement, vous devez importer cette carte dans QGIS et la géoréférencer. Vous travaillerez dans le projet QGIS « …\DATA\6 Georeferencing\Georeferencing in Guatemala.qgs ».

Les indications ci-dessous (section 6.12) devraient vous permettre de réaliser ces différentes tâches. Le système de coordonnées utilisé pour réaliser cette carte n'y est malheureusement pas indiqué. Vous supposerez dès lors que le système utilisé est le système « WGS 84, EPSG 4326 ». Vous géoréférencerez cette carte par rapport aux frontières du Guatemala disponibles dans le fichier « countries.shp ».

Contextualisation 5 : Etude de l'évolution spatiale des zones écologiques du Guatemala

6.12. Géoréférencement

6.12.1. Introduction au géoréférencement

Le géoréférencement permet de positionner correctement dans l'espace un fichier, de type raster, non ou mal géoréférencé, par exemple une carte papier numérisé ou une image aérienne, et de lui attribuer un système de coordonnées. Notez que cette opération s'intègre souvent dans la séquence d'opérations suivante :

- Obtention d'une carte papier sur une zone d'étude
- Digitalisation de la carte papier via scannage et obtention de la carte en format numérique, JPG par exemple
- Importation du fichier numérique JPG dans QGIS
- **Géoréférencement** de la carte JPG et enregistrement dans un format (« .tif » par exemple) comprenant un positionnement dans l'espace et un système de coordonnées géographiques
- Vectorialisation de la carte par création d'un (ou plusieurs) shapefile reprenant les entités spatiales de la cartes (routes, sources, etc) (Confer section 6.11)
- Edition des attributs du shapefile (type de route, débit des sources, etc) (Confer section 6.11)
- Obtention d'une carte digitale vectorielle géoréférencée

6.12.2. Géoréférencer un fichier

Le géoréférencement d'un fichier est une **procédure délicate** car elle est composée de **nombreuses opérations** au cours desquelles une erreur est vite commise. En outre **différents cas de figure** sont possibles en fonction du **type de donnée à géoréférencer** et du **type d'information prise comme référence** pour le géoréférencement. Il faudra également veiller à **utiliser les bons systèmes de coordonnées** au cours des différentes étapes sous peine d'obtenir un fichier (très) mal géoréférencé.

6.12.2.1. Préparation du projet de géoréférencement

Créer un projet QGIS qui servira au géoréférencement :

- Ouvrez un projet QGIS
- Enregistrez-le
- Nommez-le

6.12.2.1.1. Définition du système de coordonnées du projet QGIS

Une fois le projet QGIS créé,

- **Définissez le système de coordonnées du projet QGIS** via le menu « Projet > Propriétés du projet… > SCR > Cochez « Activer la projection 'à la volée' » » et
- Choisissez le système de coordonnées adéquat. **ATTENTION, plusieurs cas de figure** peuvent se présenter **selon la configuration du fichier à géoréférencer** :

1. Le fichier à géoréférencer est déjà exprimé dans un **système de coordonnées connu**. Ce sera le cas par exemple avec une carte topographique scannée sur laquelle est écrit le système de coordonnées.
   → Utilisez le système de coordonnées du fichier à géoréférencer
2. Le fichier à géoréférencer est déjà exprimé dans un **système de coordonnées** mais celui-ci n'est **pas connu**. Ce sera le cas par exemple avec une carte topographique scannée sans information sur le système de coordonnées, une image satellite ou aérienne en format non géographique (JPEG, png) sans information disponible sur la projection, etc
   → Faites la meilleure supposition sur le système de coordonnées du fichier à géoréférencer.
3. Le fichier à géoréférencer **n'est pas exprimé dans un système de coordonnées**. Ce sera le cas par exemple d'une image aérienne brute.
   → Utilisez le système de coordonnées dans lequel vous voulez exprimer votre fichier

6.12.2.1.2. Choix de la référence par rapport à laquelle le géoréférencement se fera

Le géoréférencement doit se faire par rapport à une référence spatiale. Deux possibilités existent :

1. Utiliser une **donnée de référence déjà géoréférencée**, dont certaines caractéristiques (la forme de certaines entités spatiales) sont facilement identifiables avec précision à la fois sur l'image de référence et sur l'image à géoréférencer. Ces caractéristiques pourront donc servir à établir la correspondance entre le fichier à géoréférencer et la référence.
   - Une **donnée de référence** peut-être par exemple :
     - Une carte topographique
     - Un fichier vectoriel correspondant aux caractéristiques décrites ci-dessous
     - Une image satellite ou aérienne très haute résolution
     - **Attention** au cas particulier où des données issues de « **OpenLayers Plugin** » sont utilisées comme référence spatiale ! Confer la section 6.12.2.1.3 ci-dessous.
   - Les **caractéristiques permettant la correspondance** peuvent être par exemple :
     - des limites administratives (la suite de la procédure décrite ci-dessous concerne ce cas-ci)
     - des cours d'eau, en particulier, les confluences
     - des routes, en particulier les carrefours
     - des points remarquables tels que bâtiments, monuments, arbres remarquables, coins de zones agricoles, forestières
     - …
2. Utiliser les **coordonnées présentes sur l'image à géoréférencer** :
   - Ce sera le cas par exemple lorsque le fichier à géoréférencer :
     - Est une carte topographique : elle comprendra surement une grille de coordonnées géographiques

- Est une image aérienne/satellite imprimée sur laquelle vous avez annoté, au cours d'une campagne de terrain, les coordonnées GPS de points remarquables

  - Dans ce cas, en plus d'avoir défini le bon système de coordonnées du projet QGIS (confer section 6.12.2.1.1 ci-dessus) vous devrez choisir les **unités** de ce système de coordonnées (via le menu « Projet > Propriétés du projet… > Général > Unités du canevas ») pour les faire correspondre aux unités utilisées sur le fichier à géoréférencer.

6.12.2.1.3. Cas particulier d'une référence issue de « OpenLayers Plugin »

Si des données issues de « OpenLayers Plugin » (images satellites ou aériennes, données « OpenStreetMap »,…) sont utilisées comme référence, vous remarquerez que lors de l'ajout de ces données dans le projet QGIS, le projet QGIS se paramétra automatiquement dans le système de coordonnées « **WGS 84 Pseudo Mercator, EPSG:3857** ».

La remodification du système de coordonnées du projet QGIS après l'ajout d'une couche « OpenLayers plugin » dans un autre système que « WGS 84 Pseudo Mercator, EPSG:3857 » semble déboucher sur des bugs ou ne pas être compatible avec « OpenLayers plugin ».

Dans ce cas, vous serez donc **obligés de travailler avec un projet QGIS dans le système « WGS 84 Pseudo Mercator, EPSG:3857 »**. Ceci a pour conséquence qu'il faudra que le fichier à géoréférencer soit également exprimé dans ce système pour que le géoréférencement soit valide, ce qui est peu probable. Le « SCR cible » à utiliser à utiliser dans les « Paramètres de transformation » du géoréférencement (confer section 6.12.2.2.4 ci-dessous) devra également correspondre à ce système.

Par conséquent, il n'est pas recommandé, pour le moment, de faire un géoréférencement par rapport à une couche issue de l'« OpenLayers Plugin » si le fichier à géoréférencer est exprimé dans un autre système de coordonnées que le **système « WGS 84 Pseudo Mercator, EPSG:3857 »**.
Si le fichier à géoréférencer n'est par contre pas exprimé dans un système de coordonnées, alors l'utilisation de l'« OpenLayers Plugin » comme référence est valide.
Une autre possibilité est d'ignorer le système de coordonnées dans lequel est exprimé le fichier à géoréférencer et de faire « comme si » il était exprimé dans le système **« WGS 84 Pseudo Mercator, EPSG:3857 ».** Ceci peut, selon les cas, déboucher sur des **erreurs de positionnement et déformations de l'image** à géoréférencer plus ou moins grandes. A l'utilisateur alors d'évaluer la qualité du résultat obtenu.

6.12.2.2. Etapes du géoréférencement

Si vous utilisez un **fichier de référence** :

- Ajoutez dans QGIS le fichier de référence par rapport auquel vous voulez géoréférencer votre image
- Continuez la suite de la procédure ci-dessous

Si vous n'utilisez **pas un fichier de référence** :

- Continuez simplement la suite de la procédure ci-dessous

6.12.2.2.1. Ouvrir le géoréférenceur

Faites apparaitre la fenêtre « Géoréférencer » qui permettra de faire le géoréférencement (Figure 38, partie de droite):

- Cliquez sur « Raster > Géoréférencer > Géoréférencer »
  Remarque : la fenêtre « Géoréférencer » s'ouvre comme une nouvelle fenêtre indépendante par défaut. Vous pouvez cependant l'inclure dans l'interface principale de QGIS via le menu de cette fenêtre : « Paramètres > Configurer Géoréférenceur… > cochez 'Afficher la fenêtre de géoréférencement dans la fenêtre principale' ». Et ensuite positionnez-la et redimensionnez-la à votre meilleure convenance dans l'interface principale de QGIS.

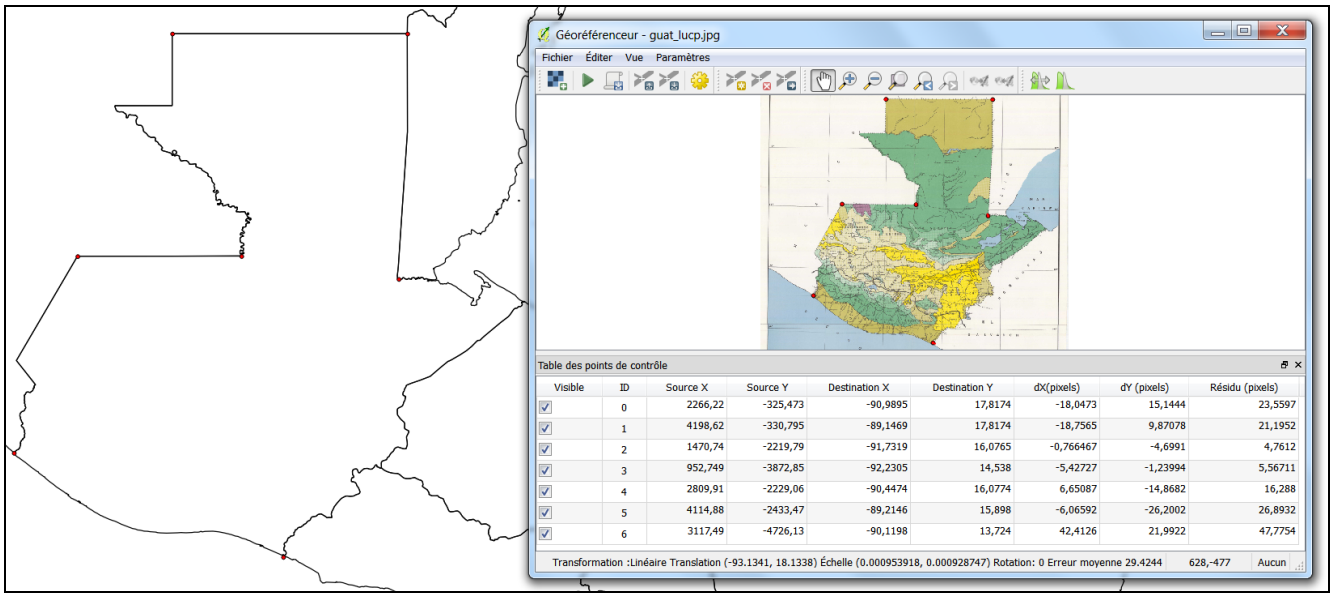


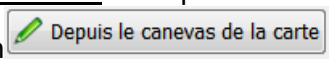
Figure 38 : Géoréférenceur : donnée de référence (à gauche) et donnée à géoréférencer avec les points de contrôle (à droite)

6.12.2.2.2. Ouvrir le fichier à géoréférencer

- Ajoutez dans la fenêtre « Géoréférencer » le raster à géo-référencer via le bouton « Ouvrir Raster » 
  - Si votre fichier à géoréférencer ne contient pas de système de coordonnées en format numérique, la fenêtre « Sélectionneur de système de coordonnées de référence » apparait.
    - Dans cette fenêtre, **choisissez le système de coordonnées adéquat** (celui dans lequel la carte est exprimée, ou la meilleure supposition, ou le SCR cible si le fichier n'est exprimé dans aucun système de coordonnées) (confer la section 6.12.2.1.1, ci-dessus, concernant le choix du système de coordonnées du projet QGIS). Ce système doit être le même que celui du projet QGIS.
  - Ce fichier s'affiche dans la fenêtre de géoréférencement qui a changé de nom et qui se nomme maintenant « Géoréférenceur - 'nom du fichier à géoréférencer' ».

6.12.2.2.3. Créer des points de calage

Cette étape permet d'associer à une série de points sur le fichier à géoréférencer des coordonnées géographiques correctes. Ce seront les « points de calage ».

- Zoomez avec précision, à l'aide des boutons de zoom et de navigation , sur le fichier à géoréférencer (dans le géoréférenceur), sur un endroit auquel positionner votre premier point de calage. Au plus votre zoom sera important au plus la précision de votre géoréférencement sera grande, celle-ci étant toutefois limitée à la précision des données de référence et à géoréférencer (échelle, simplification des contours, épaisseur des traits sur une carte,…)
- Localisez ce point avec l'outil disponible via le bouton « Ajouter un point »  en cliquant avec cet outil à cette position.
- La fenêtre « Saisir les coordonnées de la carte » (Figure 39) apparait automatiquement. Cette fenêtre permet d'indiquer les coordonnées des points de calage **dans le système de coordonnées du projet QGIS**. Il y a 2 possibilités pour indiquer ces coordonnées :
  1. Soit, **si les coordonnées sont présentes sur l'image à géoréférencer**, saisissez les coordonnées X Y du point identifié dans les endroits réservés à cet effet, **dans le système de coordonnées du projet QGIS**.
  2. Soit, **si le géoréférencement se fait par rapport à une donnée de référence déjà géoréférencée** et disponible dans l'interface principale de QGIS, utilisez le bouton . Si cette option est choisie :
     - Zoomez précisément dans l'interface principale de QGIS sur l'endroit correspondant pour l'identifier avec précision
     - Cliquez sur ce bouton
     - Cliquez sur la position correspondante précise dans l'interface principale de QGIS contenant la donnée de référence.
     - Cliquez sur « OK », ce qui ajoute ce premier point de calage dans la « Table des points de contrôle » disponible en bas de la fenêtre du « Géoréférenceur ». Les coordonnées associées à ce premier point sont exprimées dans le système de coordonnées du projet QGIS.

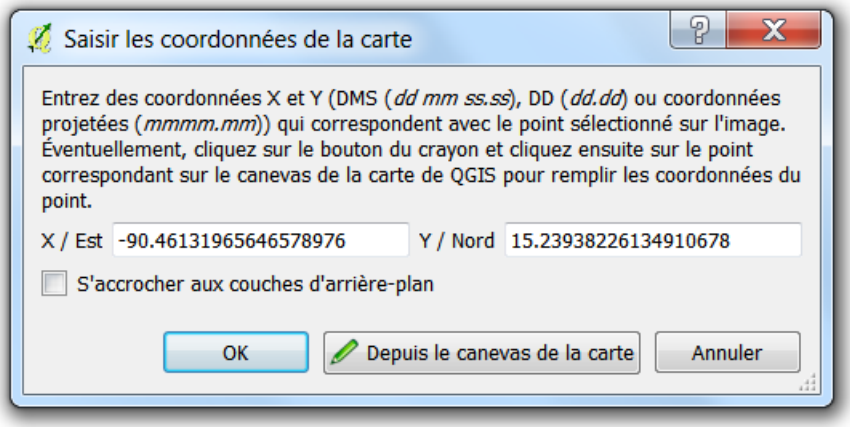


Figure 39 : Fenêtre de saisie des coordonnées des points de contrôle lors du géoréférencement (coordonnées en Degrés Décimaux)

- Répétez l'opération autant de fois que de points de contrôle nécessaires à un géoréférencement suffisamment précis.
- En cas d'erreur sur un point de contrôle, vous pouvez :
    - Le supprimer en cliquant sur le bouton  puis en cliquant sur le point à supprimer dans l'interface géographique du « Géoréférenceur »
    - Le déplacer en cliquant sur le bouton  puis en cliquant sur le point à déplacer dans l'interface géographique du « Géoréférenceur » ou dans l'interface principale de QGIS et en le faisant glisser jusqu'à la position correcte.
- Les points de contrôle peuvent être chargés ou sauvegardés via les 2 boutons  respectivement, afin de reprendre et/ou corriger le géoréférencement ultérieurement.

6.12.2.2.4. Configurer la transformation

Une fois l'ensemble des points de contrôle créés, vous devez paramétrer la « transformation » qui déterminera la méthode par laquelle le fichier sera géoréférencé et les fichiers produits comme résultat.

- Cliquez sur le bouton « Paramètres de transformation » .
- La fenêtre « Paramètre de transformation » (Figure 40) s'ouvre.
- Choisissez notamment :
    - Le type de transformation
    - La méthode de rééchantillonnage
    - **Le SCR cible** : le système de coordonnées dans lequel vous voulez exprimer le fichier à géoréférencer. Ce système doit être le même que celui du projet QGIS et celui utilisé lors de l'importation du fichier à géoréférencer dans le géoréférenceur.
    - Le répertoire et le nom du raster en sortie
    - Rem : inutile de modifier les autres paramètres. Pour plus d'information sur ces paramètres, faites une recherche sur le net.
- Cochez la case « Charger dans QGIS lorsque terminé ». Le fichier géoréférencé s'ajoutera automatiquement dans l'interface de QGIS après le géoréférencement.
- Cliquez sur « OK »

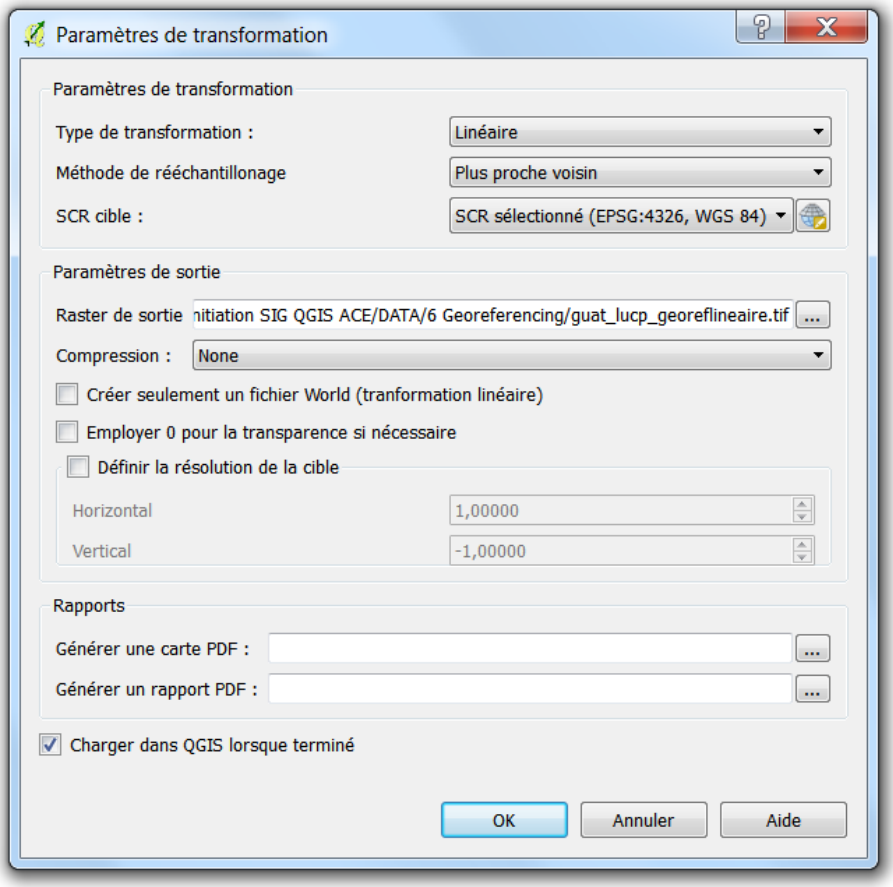


Figure 40 : Fenêtre des paramètres de transformation à utiliser en fin de procédure de géoréférencement

6.12.2.2.5. Evaluer la cohérence des points de calage

Une fois la configuration de la transformation paramétrée, des « résidus » sont calculés dans la « Table des points de contrôle », dans la dernière colonne (« Résidu »). La valeur de ces résidus dépend de la méthode de transformation. Ils sont une mesure de la cohérence/précision spatiale de votre géoréférencement. Au plus les résidus seront élevés, au plus la cohérence de vos points de calage sera faible.

Ces résidus vous permettront d'**identifier l'une ou l'autre erreur** lors de la création des points de calages : si un point a un résidu significativement plus grand que les autres, cela signifie probablement qu'il a été mal positionné. Vous pouvez dans ce cas le modifier comme indiqué plus haut, et vérifier par la suite la nouvelle valeur du résidu qui devrait être réduite.

Une erreur moyenne est également calculée sur l'ensemble des points de calage et est présentée en bas de la fenêtre du géoréférenceur.

6.12.2.2.6. Appliquer le géoréférencement

Une fois tous les points de contrôle créés et les paramètres de transformation définis, pour appliquer le géoréférencement :

- Cliquez sur le bouton « Débuter le géoréférencement » 

Le géoréférencement s'effectue et une fois celui-ci terminé, si vous l'avez demandé, le fichier géoréférencé s'ajoute automatiquement dans le panneau « Couches » et dans l'interface géographique de QGIS.

6.12.2.2.7. Vérifier le résultat du géoréférencement

Pour vérifier le résultat du géoréférencement :

- Comparez, dans l'interface de QGIS, la position du fichier géoréférencé avec celle de données de référence sur la même zone.
- La modification du système de coordonnées du projet QGIS ne devrait pas altérer la précision de localisation du fichier géoréférencé.

6.12.3. Plus d'information sur le géoréférencement

Pour accéder à plus d'information sur les concepts du géoréférencement (résidus, erreur moyenne, types de ré-échantillonnages, etc), consultez les liens ci-dessous ou réalisez une recherche dans Google.

- Documentation officielle de QGIS sur l'extension de géoréférencement
- La section géoréférencement du tutoriel QGIS développé par « ADES »

Contextualisation 6

Evaluation du nombre de personnes potentiellement impactées par une catastrophe nucléaire en Inde

Le ministère de la santé indien aimerait évaluer le nombre de personnes approximatif potentiellement impactées suite à une catastrophe nucléaire majeure dans chacun de leurs 7 sites nucléaires potentiellement dangereux. Le scénario retenu est celui d'une catastrophe similaire à celle de Fukushima où le rayon de contamination radioactive était de l'ordre de 120 km.






*Pour ce faire vous disposez, dans le dossier «…\DATA\7 Geoprocessing », des **données** suivantes :*

- *« NuclearReactors2011_ projection_EPSG54027.shp », reprenant l'ensemble des centrales nucléaires du monde. La colonne « Plant» reprend le nom des centrales.*
- *« India_population_per_district_projection_EPSG54027.shp », reprenant la démographie indienne par district dans la colonne « Pop » (avec des « 0 » pour les districts pour lesquels l'information est manquante).*
- *« Nuclear_plant_symbol.svg » est le symbole nucléaire en format « .svg » qui est utilisé dans le projet QGIS pour représenter les centrales nucléaires*

*Vous utiliserez le projet QGIS « **Geoprocessing.qgs** » disponible dans ce même dossier.*

*La **démarche** à suivre pour réaliser cette étude à l'aide de QGIS est la suivante :*

1. *Créer un fichier de « zones tampons » (En : « buffer ») de 120 km à partir du shapefile « NuclearReactors2011_ projection_EPSG54027.shp » avec l'outil « Vecteur > Outils de géotraitement > Tampon(s)… » avec les valeurs de paramètres suivantes:*
   - *Segments pour l'approximation : 20*
   - *Distance tampon : 120 000 m (120 km)*
   - *Union des résultats du tampon : non coché*
   - *Fichier de sortie (shapefile) : «NuclearReactors2011_projection_EPSG54027_Buffer_120km.shp »*
2. *Réaliser une « intersection » (En : « intersect ») entre le fichier des zones tampons autour des centrales et celui de la population indienne par district que vous appellerez «NuclearReactors2011_projection_EPSG54027_Buffer_120km_inter_pop.shp ». Pour les centrale « Kakrapar » et « Tarapur », dont les zones tampons se recouvrent, observez attentivement le fichier résultant à l'aide d'une symbologie « remplissage transparent » et via la sélection de certaines entités spatiales dans la table*

d'attributs afin de bien vous rendre compte qu'il n'y a qu'une seule entité spatiale par combinaison « Plant-District ».

3. *Calculer la somme des personnes impactées par centrale nucléaire à partir de la table d'attributs du fichier «NuclearReactors2011_projection_EPSG54027_Buffer_120km_inter_pop.shp », à l'aide de l'outil « Group Stats »*  *présenté plus haut à la section 6.10.1 en le paramétrant comme suit :*
   - *Fenêtre « Rows » : champ « Plant »*
   - *Fenêtre « Value » : champ « Pop » et la fonction « sum »*

*Les **indications** ci-dessous (section 6.13, et en particulier la section 6.13.5) vous aideront à réaliser cette étude. Vous travaillerez dans le dossier «…\DATA\7 Geoprocessing ». Les sections 6.13.2, 6.13.3 et 6.13.4 ne sont pas utiles pour réaliser cet exercice.*

Contextualisation 6 : Evaluation du nombre de personnes potentiellement impactées par une catastrophe nucléaire en Inde

6.13. Utiliser des outils de géotraitement

Le géotraitement peut se définir comme étant la manipulation de données géographiques dans le but de produire de nouvelles informations.

Les opérations de géotraitement s'effectuent via des « outils de géotraitement », disponibles dans QGIS via les menus présentés ci-dessous (confer également la Figure 4, page 17, pour une vision globale de l'organisation des principaux constituants de QGIS).

Remarque : la documentation sur les outils de géotraitement, et en particulier sur le paramétrage de ces outils et pour les outils du cœur de QGIS, est « régulièrement » peu précise, difficile à trouver, voire inexistante. A l'utilisateur alors de faire des tests pour comprendre l'effet des différents paramètres.

6.13.1. Accéder aux outils de géotraitement

6.13.1.1. Outils de géotraitement du cœur de QGIS

Certains outils de géotraitement sont intégrés dans le cœur de QGIS et accessibles via la barre de menu principale de QGIS :

- « Vecteur > … ». En particulier le sous-menu « Vecteur > Outils de géotraitement »
- « Raster > … »

6.13.1.2. Outils de géotraitement d'applications tierces

De très nombreux outils de géotraitement sont dépendants d'applications tierces intégrées dans / accessible depuis QGIS via « **La boite à outils de traitements** ».
Cette boite à outils donne également accès à des outils faisant partie du cœur de QGIS mais présentant parfois de petites variantes.

Pour accéder à la « **La boite à outils de traitements** » :

- Cliquez, dans l'interface principale de QGIS, sur le menu « Traitement > Boite à outils » qui ouvre le panneau « Boite à outils de traitement » (par défaut, à droite de l'interface de QGIS).
- 2 interfaces sont disponibles (Figure 41) :
    - **« Interface avancée »** (par défaut) : regroupe les outils, d'abord selon les projets / applications qui ont développé ces outils, ensuite par thème de fonctionnalités.
    - **« Interface simple »** : regroupe les outils par thème de fonctionnalités seulement.
- Il est également possible de **rechercher une fonction par mot-clef** dans la fenêtre « Rechercher »

Interface avancée **Interface simple**

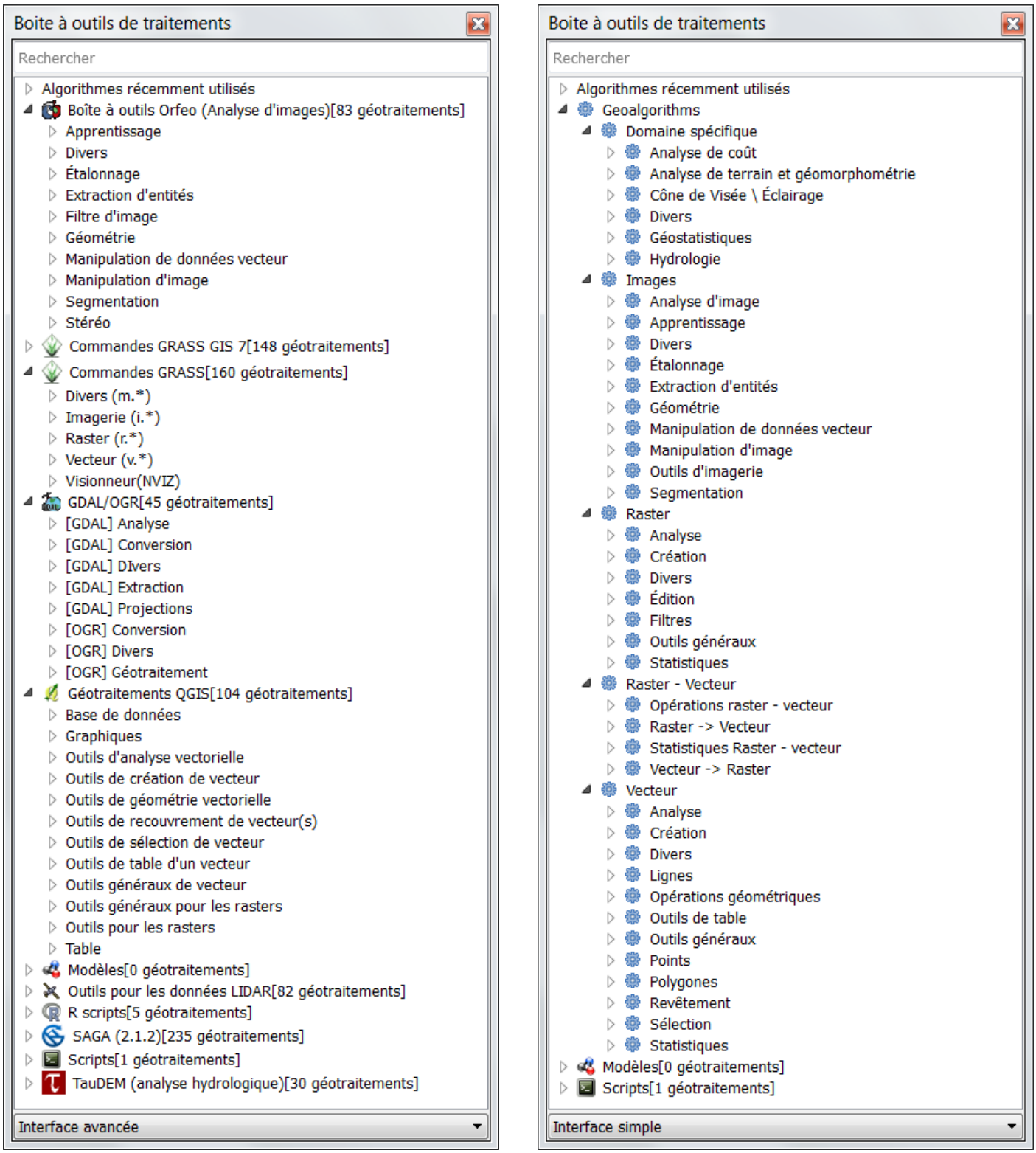


Figure 41 : Interfaces « avancée » et « simple » de la « Boite à outils de traitements » de QGIS

6.13.2. Présentation brève des groupes d'outils de géotraitement

Les projets / applications qui ont développé les boites à outils de traitement sont reprises dans la Figure 42 ci-dessous:

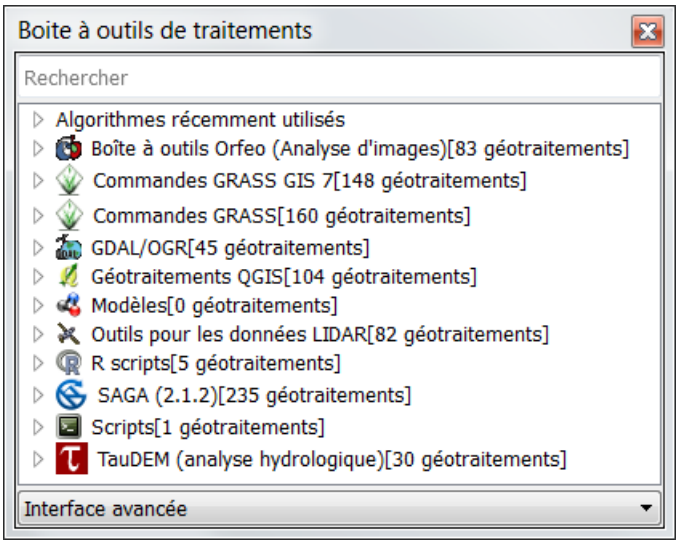


Figure 42 : Boîte à outils de traitements : les différentes applications disponibles

Notez qu'il y a une certaine **redondance de fonctionnalités** entre ces différentes applications. Par exemple la fonction « Raster (r.*) > r.slope » de GRASS et « [GDAL] Analyse > Pente » de GDAL/OGR produisent toutes deux un raster de pentes à partir d'un raster d'altitude. Ce sera à l'utilisateur d'évaluer l'outil le plus approprié à ses besoins en fonction de ses particularités.

Seule une **brève description** de ces applications est donnée dans les sections ci-dessous. Pour plus d'information sur ces applications et leur utilisation dans QGIS, référez-vous à la **documentation officielle de QGIS** et à celles de ces applications disponibles sur les **sites web de ces applications** (confer ci-dessous).

6.13.2.1. « Boîte à outils Orfeo (Analyse d'images) »

- Aussi connue sous le nom d' « Orfeo ToolBox »
- Est une librairie d'algorithmes de **traitement d'images** libre et open-source
- Présente la particularité de pouvoir faire de la **segmentation d'image** (découpe d'une image en objets correspondant à des « groupes de pixels voisins spectralement homogènes », et de permettre la « classification par objet » (vs « classification par pixel »)
- Nécessite une installation indépendante de QGIS (confer la section 6.13.3 ci-dessous)
- Site web officiel : https://www.orfeo-toolbox.org/

6.13.2.2. « Commandes GRASS GIS 7»

- Version la plus récente de GRASS. GRASS est présentée ci-dessous.
- Quelques infos sur GRASS GIS 7 sont disponibles ici : https://grass.osgeo.org/grass7/

6.13.2.3. « Commandes GRASS »

- Signifie « Geographic Resources Analysis Support System »
- Est une librairie d'algorithmes de **traitement de rasters (images) et vecteurs**, libre et open-source
- Permet la gestion et l'analyse de données géospatiales, le traitement d'images, la production de graphiques et de cartes, la modélisation spatiale et la visualisation.
- Ne nécessite pas d'installation indépendante de QGIS. Est installée par défaut sur Windows via l'installeur indépendant OSGeo4W (32 et 64 bit), et il existe des compilations pour toutes les distributions importantes de Linux.
- Site web officiel : https://grass.osgeo.org/

6.13.2.4. « GDAL/OGR »

- Signifie « Geospatial Data Abstraction Library »
- Est une librairie d'algorithmes de **lecture et de traitement de rasters (images) et de vecteurs** (la sous bibliothèque « OGR » pour les vecteurs spécifiquement), libre et open-source
- A la particularité de **gérer un très grand nombre de formats** d'images géographiques et de fichiers vectoriels
- Ne nécessite pas d'installation indépendante de QGIS
- Site web officiel : http://www.gdal.org/

6.13.2.5. « Géotraitements QGIS »

- Est une librairie d'algorithmes de **traitement de rasters (images) et vecteurs**, libre et open-source
- Les outils disponibles dans ce menu correspondent souvent à des versions légèrement différentes et parfois moins bien finalisées que les outils directement disponibles dans le cœur de QGIS via les menus principaux de QGIS « Vecteur » et « Raster »

6.13.2.6. « Outils pour les données LIDAR » (non utilisé dans ce manuel)

- Signifie « LIght Detection And Ranging », le LIDAR est une technologie de mesure à distance fondée sur l'analyse des propriétés d'un faisceau de lumière renvoyé vers son émetteur. À la différence du radar qui emploie des ondes radio ou du sonar qui utilise des ondes sonores, le LIDAR utilise de la lumière (du spectre visible, infrarouge ou ultraviolet) (Source : https://fr.wikipedia.org/wiki/Lidar)

- Est un ensemble mixte, libre et propriétaire, de commandes pour traiter et analyser des données LIDAR
- Nécessite une installation indépendante de QGIS (confer la section 6.13.3 ci-dessous)
- Site web officiel de « rapidlasso » (créateur de « LAStools » (l'outil principal (?) de cette boite à outils)): http://rapidlasso.com/lastools/

6.13.2.7. « R scripts »

- « R » est un environnement logiciel libre et open-source de référence pour le **calcul de statistiques, la réalisation de graphiques** mais aussi la réalisation de **géotraitement** via certains « packages » (groupes d'outils) spécialisés.
- Nécessite une installation indépendante de QGIS (confer la section 6.13.3 ci-dessous). Certains « packages » doivent être installés à partir de R après l'installation de l'application principale de R.
- Site web officiel de « R » : https://www.r-project.org/
- Pour en savoir plus sur l'utilisation de R dans QGIS :
    - https://docs.qgis.org/testing/en/docs/training_manual/processing/r_intro.html
    - http://docs.qgis.org/testing/en/docs/user_manual/processing/3rdParty.html#r-creating-r-scripts

6.13.2.8. « Scripts » (Python) (non utilisé dans ce manuel)

- Permet de **créer ses propres scripts et d'exécuter des scripts créés par d'autre**. Ces scripts sont écrits dans le **langage de programmation « Python »**
    - Pour en savoir plus sur Python : https://fr.wikipedia.org/wiki/Python_(langage)
- Pour en savoir plus sur l'utilisation de Python dans QGIS :
    - http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/pyqgis_developer_cookbook/index.html
    - http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/user_manual/processing/console.html
    - http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/user_manual/processing/scripts.html
- Site web officiel de « Python »: https://www.python.org/

6.13.2.9. « TauDEM » (non utilisé dans ce manuel)

- Signifie « Terrain Analysis Using Digital Elevation Models » 
- Est une suite d'outils pour travailler sur des **Modèle Numérique d'Élévation** (MNE) pour l'extraction et l'analyse **d'informations hydrologiques**.
- Nécessite une installation indépendante de QGIS (confer la section 6.13.3 ci-dessous). La disponibilité dans les différents systèmes d'exploitation varie.
- Site web officiel : http://hydrology.usu.edu/taudem/taudem5/

6.13.2.10. « SAGA »

- Signifie « System for Automated Geoscientific Analyses » 
- Est un logiciel libre et open-source
- Permet un grand nombre de géotraitements sur des rasters (images) et des vecteurs
- Ne nécessite pas d'installation indépendante de QGIS
- Site web officiel : http://www.saga-gis.org/

- **Attention !** Il y a un bug d'installation de SAGA dans « QGIS 2.12.0 Lyon »
    - Dans la version « QGIS 2.12.0 Lyon » installée via l'installateur indépendant, l'application tierce SAGA n'est pas directement disponible via QGIS. Afin de résoudre (partiellement ?) ce bug, dans l'interface de QGIS il faut redéfinir le bon répertoire qui mène à l'application SAGA:
        - Naviguez vers: « Traitement > Options… > Prestataires de services > SAGA > Répertoire SAGA »
        - Cliquez sur le répertoire renseigné afin de le modifier car ce n'est pas le bon.
            - Le répertoire indiqué est : « C:/PROGRA~1/QGISPI~1/apps\saga » qui donne accès à « C:\Program Files\QGIS Lyon\bin »
            - Indiquez le répertoire réel de l'application SAGA sur votre ordinateur, répertoire qui doit ressembler à quelque chose comme ceci : « C:\Program Files\QGIS Lyon\apps\saga » (vous pouvez le vérifier via l'explorateur Windows si vous utilisé Windows)

6.13.3. Installer et configurer des outils de géotraitements non-installés par défaut

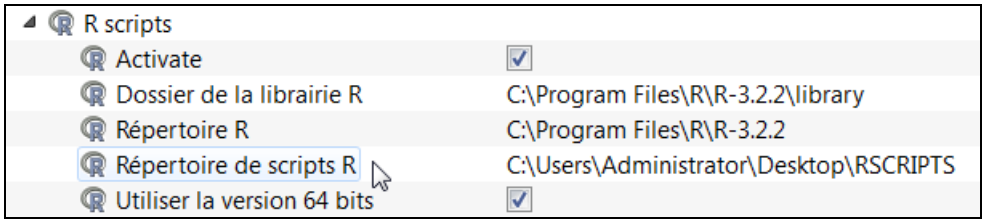
La documentation officielle de QGIS est assez pauvre et pas toujours très claire concernant l'installation et la configuration des applications tierces comme « R » ou « OTB ». On peut espérer que la prochaine version « LTR » (Long Term Release ») sera plus claire à ce propos. En attendant ces améliorations, quelques explications très partielles sont données ci-dessous pour les applications « R » et « OTB ».

La source d'information principale est celle-ci :
http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/user_manual/processing/3rdParty.html

6.13.3.1. Installation et configuration de « R » dans QGIS

R doit être installé indépendamment de QGIS. L'installateur de R peut être téléchargé à partir de son site web : https://www.r-project.org/.

Une fois R installé, il faut configurer QGIS via l'interface principale de QGIS et le menu « Traitement > Options… > Prestataires de services > R scripts ». Le nom des répertoires sont donnés dans l'illustration ci-dessous à titre d'exemple et doivent être adaptés selon la configuration de votre ordinateur.



- Le « Dossier de la librairie R » est le dossier contenant la librairie R (les outils r).
- Le « Répertoire R » est répertoire dans lequel R est installé sur votre ordinateur
- Le « Répertoire de scripts R » est le répertoire contenant des scripts R (créés ou importés)

Remarquez que le menu « R scripts > Outils > Obtenir des scripts R depuis la collection en ligne » vous permet d'installer, puis d'utiliser, de nombreux scripts R dans QGIS.

Pour d'avantage d'information, notamment concernant la création de scripts pour R, référez-vous à la documentation officielle de QGIS (confer la section 6.13.2.7 ci-dessus).

6.13.3.2. Installation et configuration de « OTB » dans QGIS

D'après la documentation officielle de QGIS il semblerait possible d'utiliser OTB dans QGIS après une installation via l' « installateur indépendant » sous Windows suivie d'une configuration adéquate dans QGIS. Mais cette procédure est peu/mal documentée.

Une autre possibilité est d'installer OTB via l'installateur QGIS « OsGeo4W ». Il faut installer le package « otb-bin ». Une fois OTB installé, la configuration d'OTB dans QGIS, via l'interface principale de QGIS et le menu « Traitement > Options… > Prestataires de services > Boîte à outils Orfeo (Analyse d'images)», devrait alors ressembler à quelque chose comme :

- « Répertoire des applications OTB »:
  « C:\OSGeo4W\apps\orfeotoolbox\applications » (remarque : ce répertoire est absent si l'installation de QGIS s'est faite avec l'installateur indépendant)
- « Répertoire d'outils en ligne de commande OTB »: « C:\OSGeo4W\bin »

Pour d'avantage d'information, référez-vous à la documentation officielle de QGIS et d'OTB.

6.13.4. Activer des outils de géotraitements déjà installés

Les outils d'applications tierces ne sont pas nécessairement « activés » par défaut lorsqu'ils sont installés (en particulier les outils « LIDAR » et « R »).
Pour activer/désactiver une boite à outils :

- Cliquez sur « Traitement > Options… » et dans la fenêtre « Option de traitements » (Figure 43) qui apparait,
- Ouvrez les menus correspondant aux boites à outils que vous voulez activer, qui se retrouvent essentiellement dans le menu « Prestataires de services »
- Cochez la case « Activate » correspondante
- Cliquez « OK »

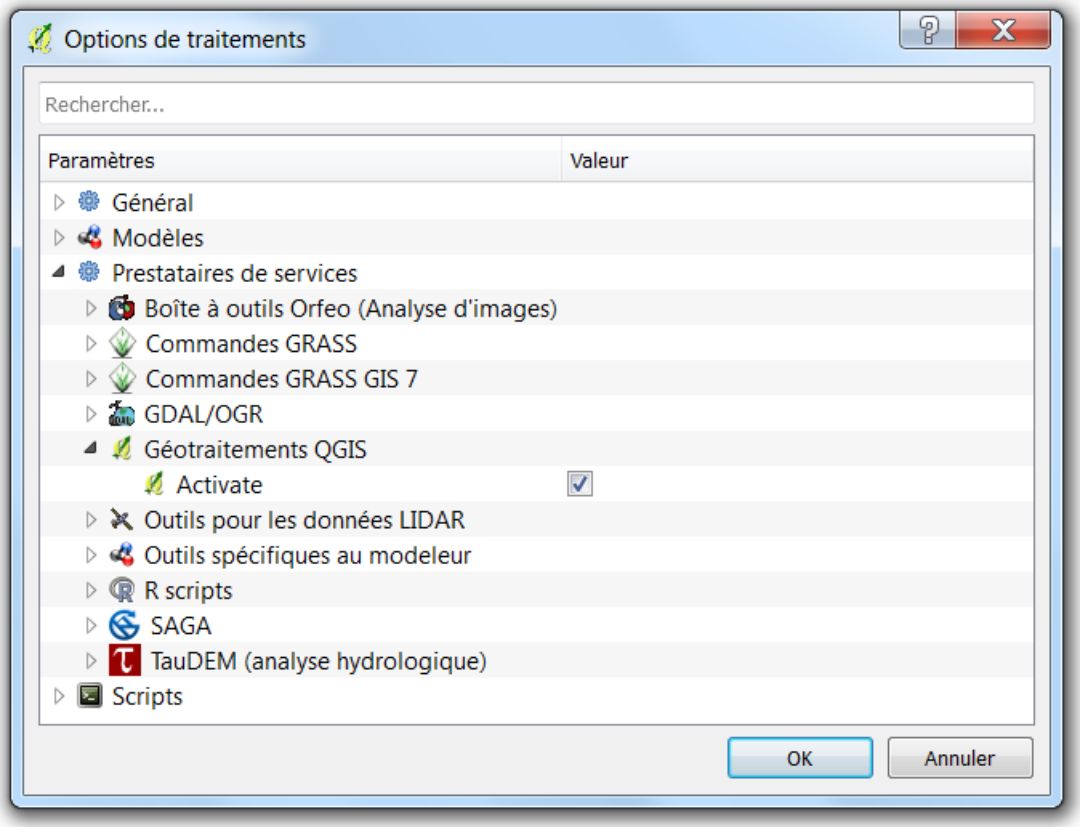


Figure 43 : Outils de traitement : fenêtre d'activation des applications

6.13.5. Exemples d'utilisation d'outils de géotraitement classiques

Dans la cadre de cet exercice, 2 outils seront utilisés:

- *« **Tampon(s)** » (En : buffer): crée une zone tampon à partir d'un fichier vectoriel*
- *« **Intersection** » : intersecte 2 couches de données géographiques*

En Annexe 2, un tableau reprend, illustre et explique brièvement quelques outils de géotraitement vectoriels fréquemment utilisés.

6.13.5.1. Créer une « Zone Tampon » (En: « Buffer »)

Pour créer une zone tampon à partir d'un fichier vectoriel, plusieurs outils sont disponibles dans QGIS:

- Menu principal de QGIS :
  - « Vecteur > Outils de géotraitement > Tampon(s)… »
- Boite à outils de traitements. Une recherche avec le mot-clef « tampon » donne accès à 6 outils de créations de zones tampon, chacun avec ses particularités (Figure 44).

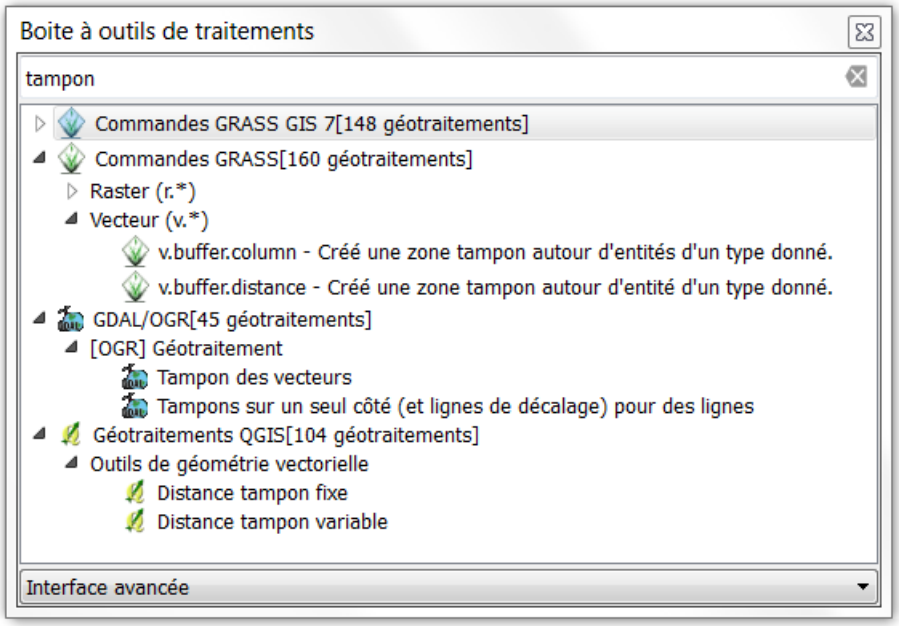


Figure 44 : Boite à outils de traitements : exemple de recherche d'un outil : le cas d'un outil de création de zones tampon

Attention ! Il n'est pas possible de choisir les **unités de la distance (longueur) de la zone tampon** dans l'outil « Tampon(s)… » . Cette distance est exprimée dans les **unités du système de coordonnées du fichier** à partir duquel la zone tampon est créée. Pour exprimer la distance de la zone tampon dans une autre unité, une possibilité est de **reprojeter,** via l'outil « Reprojeter une couche », le fichier dans un système de coordonnées utilisant les unités désirées, ceci AVANT l'utilisation de l'outil « Tampon(s)… » .

L'utilisation de l'outil « Vecteur > Outils de géotraitement > Tampon(s)… » est décrite ici :

- Cliquez sur « Vecteur > Outils de géotraitement > Tampon(s)… »

- Paramétrez la fenêtre « Tampon(s) » (Figure 45) qui apparait comme souhaité :
    - « Couche vectorielle de saisie » : la couche à partir de laquelle la zone tampon est créée
    - « Utiliser uniquement les valeurs sélectionnées » : pour ne créer de zones tampons que sur les entités spatiales sélectionnées dans la « Couche vectorielle de saisie »
    - « Segments pour l'approximation » : nombre de segments utilisés pour approximer un cercle dans un quartier (1/4 de cercle). Par exemple, pour une zone tampon créée autour d'un point, une valeur de 25 produira une zone tampon polygonale de 100 (4*25) côtés égaux (approximation d'un cercle).
    - « Distance tampon » : la distance de la zone tampon exprimée dans les unités du système de coordonnées du fichier à partir duquel la zone tampon est créée.
    - « Champ de distance-tampon » : un champ de la table d'attributs du fichier à partir duquel la zone tampon est créée qui contient une (des) valeur(s) qui peut être utilisée comme distance de la zone tampon
    - « Union des résultats du tampon » : pour fusionner les zones tampons qui s'intersectent (spatialement).
    - « Fichier de sortie (shapefile) » : pour naviguer vers le répertoire dans lequel enregistrer le fichier et le nommer.
    - « Ajouter le résultat au canevas » : pour ajouter le fichier résultant dans l'interface principale de QGIS.
- Cliquez sur « OK »

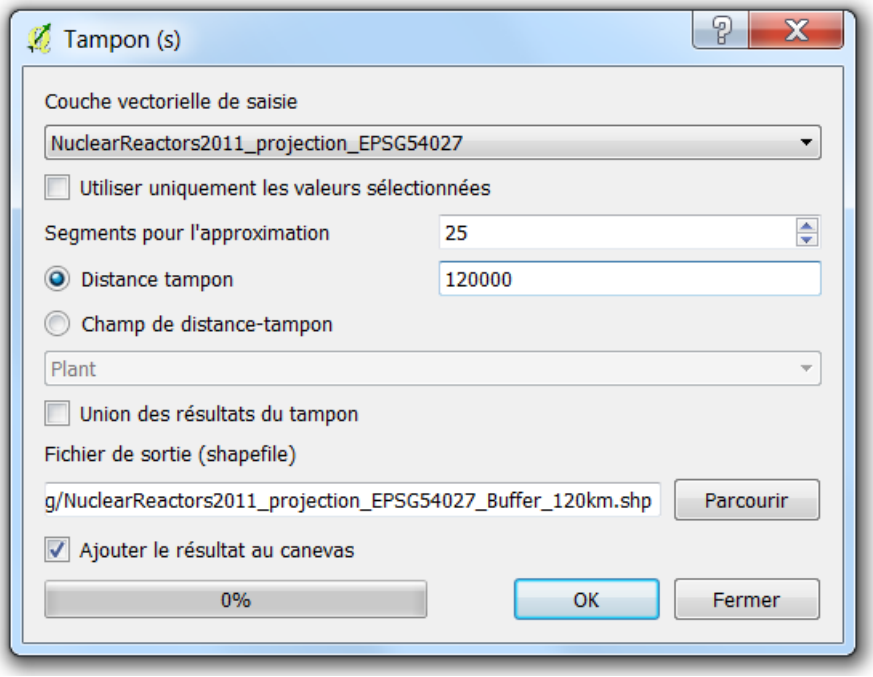


Figure 45 : Fenêtre de création de zones tampon de l'outil « Tampon(s) » de QGIS

Le fichier de la zone tampon créé s'affiche dans QGIS.

6.13.5.2. Intersecter 2 couches de données géographiques : outil « Intersection » (En : « Intersect »)

Attention, il faut que les 2 couches à intersecter soient dans le **même système de coordonnées**. Le système de coordonnées peut-être géographique ou projeté pour autant qu'il soit le même dans les 2 fichiers. Utilisez donc préalablement, si nécessaire, l'outil « Reprojeter une couche » pour changer le système de coordonnées d'un des 2 fichiers vers le système de coordonnées de l'autre fichier.

Pour **réaliser une intersection entre 2 couches**,

- Cliquez sur « Vecteur > Outils de géotraitement > Intersection… » :
- Paramétrez la fenêtre « Intersection » (Figure 46) qui apparait comme souhaité :
    - « Couche vectorielle de saisie » : une des 2 couches à intersecter
    - « Utiliser uniquement les valeurs sélectionnées » : pour n'utiliser que les entités spatiales sélectionnées dans la couche concernée
    - « Couche d'intersection » : la 2ème couche à intersecter
    - « Fichier de sortie (shapefile) » : pour naviguer vers le répertoire dans lequel enregistrer le fichier et le nommer.
    - « Ajouter le résultat au canevas » : pour ajouter le fichier résultant dans l'interface principale de QGIS.
- Cliquez sur « OK »

Le fichier résultant de l'intersection créé s'affiche dans QGIS.

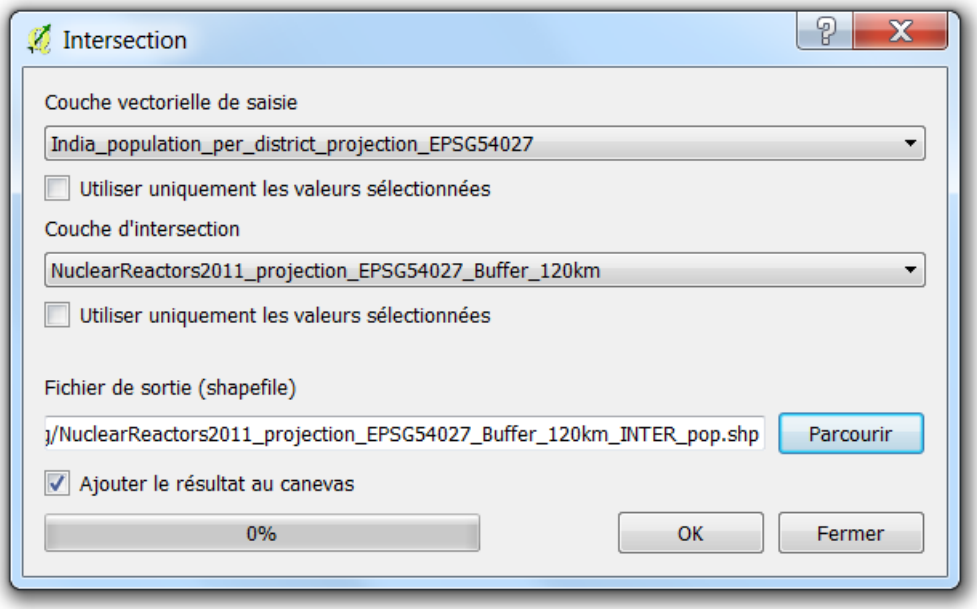


Figure 46 : Fenêtre de l'outil « Intersection » de QGIS

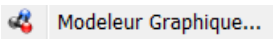
6.13.6. Modeleur graphique de traitements (non utilisé dans ce manuel)

Le « Modeleur graphique de traitements » de QGIS n'est pas à utiliser dans le cadre de ce manuel. Cette rubrique est donnée à titre d'information.

Le « Modeleur graphique de traitements » dans QGIS (l'équivalent du « Model builder » d'ArcGIS) (Figure 47) permet d'enregistrer une séquence d'opérations, une chaine de traitements, afin d'en automatiser le fonctionnement. Cet outil est utile dans le cas où, par exemple:

- une série d'opérations doit être réalisée un grand nombre de fois (l'insertion de variables est possible)
- pour réaliser une illustration d'une chaine de traitements.

Pour l'**utiliser**:

- Cliquez sur le bouton « Traitement > Modeleur graphique… » 

dans l'interface principale de QGIS.

Pour plus d'information sur les possibilités du « Modeleur graphique », voyez la documentation officielle de QGIS :

- http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/user_manual/processing/modeler.html
- http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/training_manual/processing/modeler_twi.html

La Figure 47 illustre l'utilisation du « Modeleur graphique » pour la création d'une couche vectorielle contenant des bassins versants basés sur un MNE et une valeur de seuil.

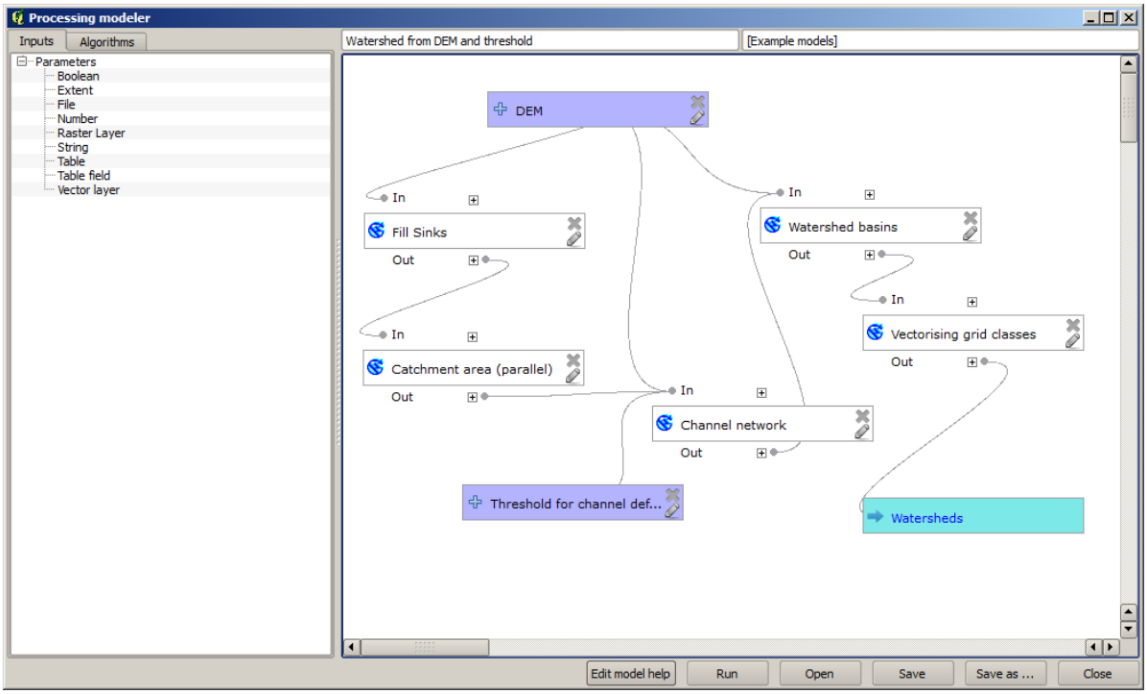


Figure 47 : « Modeleur graphique de traitements » : exemple pour un modèle qui crée une couche vectorielle contenant des bassins versants basés sur un MNE et une valeur de seuil
(Source = documentation QGIS)

6.13.7. Utiliser des lignes de commandes (En : « command line ») et des « Scripts » (non utilisé dans ce manuel)

Ces outils ne sont pas utilisés dans le cadre de ce manuel. Cette rubrique est donnée à titre d'information.

6.13.7.1. QGIS et Python

Le lecteur intéressé par l'utilisation de ligne de commande et l'automatisation de tâches se référera à la documentation officielle de QGIS via notamment le « **PYQGIS COOKBOOK** » disponible ici : http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/pyqgis_developer_cookbook/index.html. Le site http://www.qgistutorials.com/fr/index.html propose également quelques bons exemples d'utilisation de Python dans QGIS.

Plusieurs possibilités existent sur l'utilisation de commandes Python dans QGIS :

- Des lignes de commandes peuvent être utilisées (sans ouvrir QGIS) pour exécuter ou automatiser des tâches utilisant les outils de traitement QGIS via le langage Python.
- Le menu « **Extension > Console Python** » donne accès à la Console Python de QGIS qui est une fenêtre interactive pour exécuter des commandes en langage Python. Elle dispose également d'un éditeur de fichiers Python vous permettant d'éditer et d'enregistrer vos scripts Python.
- Le menu « **Traitement > Boite à outils > Scripts** » vous permettra de créer, d'importer depuis un fichier ou depuis une collection de scripts en ligne et d'exécuter des scripts en langage Python.
- Il est également possible de **créer et d'utiliser des extensions** (En : plugins) en Python et de **créer des applications personnalisées basées sur l'API QGIS** (http://qgis.org/api/).

6.13.7.2. Autres possibilités

Le menu « **Traitement > Boite à outils > R Scripts** » permet de créer et d'utiliser à partir de QGIS des scripts « R ». Confer les sections :

- « 6.13.2.7 « R scripts » » page 110 ci-dessus
- « 6.13.3.1 Installation et configuration de « R » dans QGIS » page 112 ci-dessus

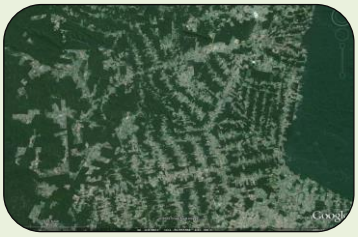
Le **menu « Traitement > Ligne de Commande »** ne semble être guère plus qu'une fenêtre de recherche des outils disponibles dans QGIS. Une fois un outil trouvé et activé, la fenêtre de paramétrage de cet outil s'ouvre.



Contextualisation 7

Evaluation de la susceptibilité aux glissements de terrain en cas de déforestation d'un territoire de forêt brésilienne

« Green Planet », ONG luttant pour la préservation de la forêt brésilienne, a été alertée d'un projet de déforestation massive dans la zone de « Paraisoverde ». En plus de leur communication habituelle face à ce genre de situation, et étant donné que la zone est relativement accidentée, elle aimerait, afin de sensibiliser d'avantage l'opinion publique à la catastrophe écologique qui s'annonce, réaliser une carte de susceptibilité au glissement de terrain en cas de déforestation de « Paraisoverde ».


Pour ce faire vous disposez, dans le dossier «…\DATA\8 Raster », de quelques données, peu détaillées, les seules disponibles sur la zone :

- *« ASTGTM2_S09W056_dem_clip_m.tif » un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de la zone avec une résolution spatiale horizontale de 30 m * 30 m*
- *«Rivers.shp », un shapefile approximatif du réseau hydrographique de « Paraisoverde ».*
- *« **Rivers.tif**», un raster établissant la proximité du réseau hydrographique. Les cellules de ce raster ont une valeur de :*
  - *« 2 » lorsqu'elles sont à une distance inférieure à 400 mètres du réseau hydrographique*
  - *« 1 » dans le cas contraire*
- *« Soil survey.shp », un shapefile de points correspondant à un échantillonnage de sol, localisés par GPS, et établissant le type de sol et sa susceptibilité aux glissements de terrain. 3 types de sols ont été identifiés (voir la table d'attributs du shapefile):*
  1. *« Très susceptible », code « 1 » (« High susceptibility »)*
  2. *« Moyennement susceptible », code « 2 » (« Medium susceptibility »)*
  3. *« Pas susceptible », code « 3 » (« No susceptibility »)*
- *Les 3 fichiers textes « RECLASS_RIVERS.txt », « RECLASS_SOIL.txt » et « RECLASS_SLOPE.txt », 3 fichiers contenant les règles de reclassification nécessaires pour la fonction « r.reclass » (confer ci-dessous).*
- *« Soil_survey_Google_Earth_KMZ.kmz », le fichier « Soil survey.shp » transformé en format compatible avec Google Earth.*

Vous travaillerez dans le dossier «…\DATA\8 Raster » avec le projet QGIS « Raster Landslide Model.qgs ».

A l'aide de ces données vous allez réaliser un modèle SIG exprimant la susceptibilité de la zone aux glissements de terrain. L'idée est de réaliser une somme pondérée des différents

paramètres intervenant dans le processus de glissement de terrain :

- *La **pente** (plus la pente est forte, plus la susceptibilité sera grande),*
- *Le **type de sol** (susceptibilité plus ou moins grande selon le type de sol),*
- *La **proximité des rivières** (les rivières, en cas de crues, peuvent contribuer à la déstabilisation des pentes voisines),*

*La **démarche** à suivre est la suivante (Figure 48) :*

- ***Explorez vos données :***
  1. *Spatialement et via les tables d'attributs à l'aide du projet QGIS «…\DATA\8 Raster\Raster Landslide Model.qgs ».*
  2. *A l'aide d'imageries satellitaires et aériennes disponibles dans QGIS via l'extension « Open layers plugin > Google Maps > Google Satellite» ou « Open layers plugin > Bing Maps > Bing* Aerial » (confer section « 6.4.3 Intégrer des données en ligne dans QGIS avec l'extension « OpenLayers Plugin » page 49)
  3. *A l'aide de Google Earth :*
     - *Télécharger et installer « Google Earth » sur votre machine (si ce n'est déjà fait), disponible ici : http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html*
     - *Cliquer sur le fichier « Soil_survey_Google_Earth_KMZ.kmz », ce qui vous amènera directement sur la zone d'étude dans Google Earth*
     - *Utiliser une vue dans le plan horizontal dans Google Earth et définir une exagération du relief de 3 afin de faciliter sa visualisation an allant dans « Outils / Option / Vue 3D / Relief / Facteur d'élévation = 3 »*

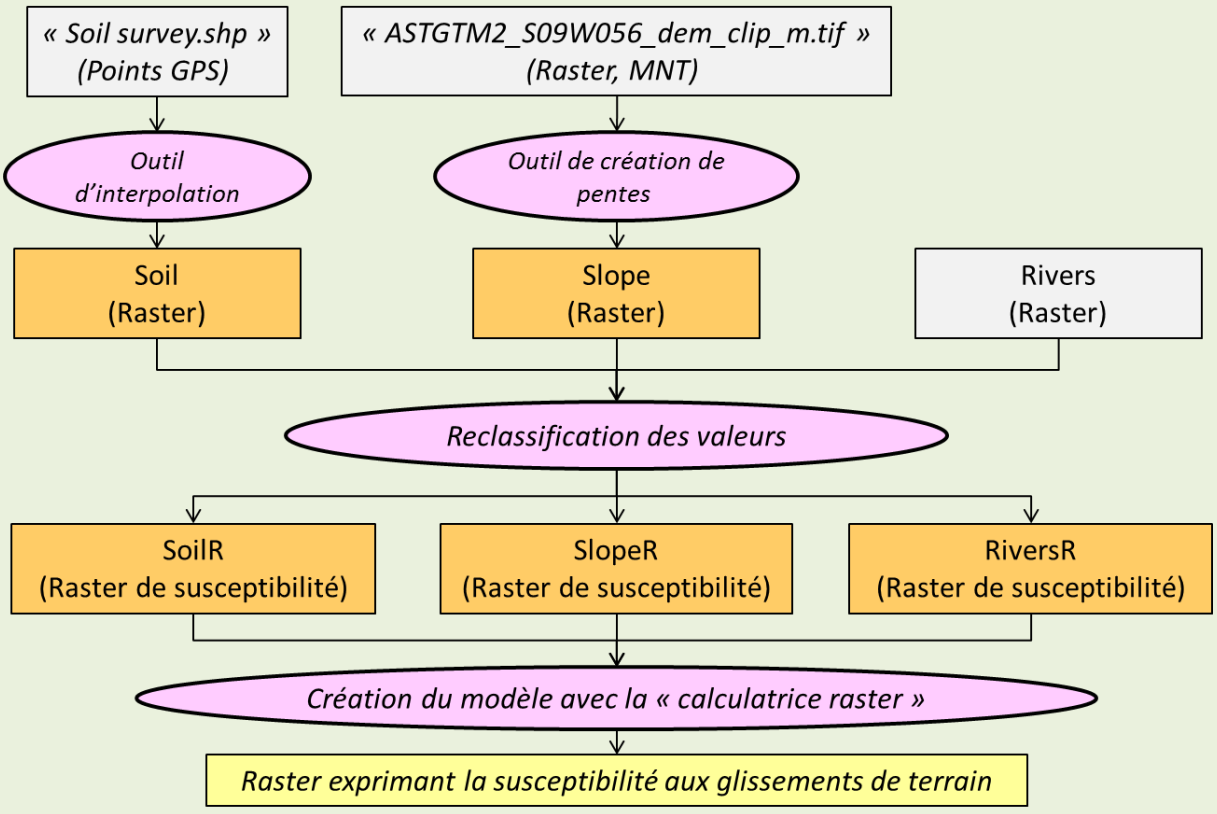


Figure 48 : Schéma des opérations à réaliser pour la création d'un raster exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain

- ***Interpolation spatiale*** *des données relatives au type de sol. Le but de cette opération est d'obtenir une couche « raster » avec une information relative au type de sol en tous points de la zone à modéliser. Réalisez cette opération à l'aide de l'outil* « Raster > Interpolation > Interpolation > Pondération par Distance Inverse (IDW) »*, décrit ci-dessous (confer la section 6.14.2), avec le paramétrage suivant :*
  - *« Couches vecteurs » : « Soil survey.shp »*
  - *« Attribut d'interpolation » : « Code »*
  - *« Taille de cellule en X et Y » : 30 m*
  - *« Fichier de sortie » : nommez-le « **Soil** »*
  - *Autres paramètres : valeurs par défaut*

  Modifiez la symbologie du raster interpolé (confer section 6.14.1, page 123*) afin de faire ressortir les 3 classes de sols. Utilisez la symbologie suivante:*
  - *« Type de rendu » : « Pseudo-couleur à bande unique »*
  - *« Interpolation des couleurs » : « Linéaire »*
  - *En « Mode » « Intervalles égaux » avec 3 « Classes »*
  - *« Charger les valeurs min max » : « Min / max » pour utiliser la gamme des valeurs entre le minimum et le maximum du raster*
  - *« Couleur » : pour les classes 1,2 et 3, les couleurs rouge, orange et vert respectivement.*
  - *« Valeur » des classes : 3 classes dont les valeurs seuils supérieures sont : 1, 2 et 3.*
- ***Création d'un raster de pentes*** *à partir du MNT. Réalisez cette opération à l'aide de l'outil* « Raster > Analyse de terrain > Pente »*, présenté ci-dessous (confer section 6.14.3) avec le paramétrage suivant :*
  - *« Couche d'élévation » : le MNT*
  - *« Couche en sortie » : la nommer « **Slope** »*
  - *« Format en sortie » : « GeoTIFF ».*
  - *« Facteur Z » : « 1 ». Remarquez que le MNT utilisé est projeté dans un système de coordonnées utilisant des mètres comme unité linéaire en XY (« WGS_1984_UTM_Zone_21S ») et que l'altitude est également exprimée en mètres, ce qui permet d'utiliser un « Z factor » égale à 1 (confer ci-dessous).*

  *Modifiez la **symbologie** du raster de pentes (confer section* 6.14.1*) afin de faire ressortir les 4 classes de pentes identifiées dans le tableau ci-dessous et leur répartition. Utilisez la symbologie suivante :*
  - *« Type de rendu » : « Pseudo-couleur à bande unique »*
  - *« Interpolation des couleurs » : « Linéaire »*
  - *« Générer une nouvelle palette de couleur > Nouvelle palette de couleur > Dégradé » : vert à 0%, jaune à 10%, orange à 20% et rouge à 100%, de « Type » « Continues »*
  - *En « Mode » « Intervalles égaux » avec 4 « Classes »*
  - *« Charger les valeurs min max » : « Min / max » pour utiliser la gamme des valeurs entre le minimum et le maximum du raster*
  - *« Valeur » des classes : 4 classes dont les valeurs seuils supérieures sont : 10, 20, 30 et 90 (en degrés).*

  Posez-vous la question de la correspondance entre les couleurs et les classes de pentes du fichier résultat et identifiez les zones de fortes et de faibles pentes.

*A ce stade vous disposez des **3 « rasters bruts »** à intégrer dans le modèle (Slope, Soil, Rivers).*

- ***Reclassification des valeurs** des paramètres en classes de valeurs exprimant leur susceptibilité au glissement de terrain sur une échelle [0-10]. Il existe de nombreuses méthodes de conversion des « valeurs-paramètres » vers les « valeurs-susceptibilité au glissement de terrain » et le choix d'une méthode en particulier devrait être déterminé sur base d'une étude poussée, ce qui ne pourra se faire dans le cadre de cet exercice. Vous appliquerez donc « arbitrairement » les règles de reclassification suivantes pour l'exercice :*

Pentes		***Types de sol***		***Proximité aux rivières***	
Pentes en degrés	*Susceptibilité [0-10]*	*Code sol*	*Susceptibilité [0-10]*	*Code proximité*	*Susceptibilité [0-10]*
0-10	*0*	*1*	*10*	*1*	*0*
11-20	*3*	*2*	*5*	*2*	*10*
21-30	*7*	*3*	*2*		
31-90	*10*				

Cette opération se fait avec l'outil « r.reclass » des commandes GRASS*, présenté ci-dessous (confer section 6.14.4). Réalisez 3 « reclassifications » pour chacun des 3 rasters et nommez les rasters résultants : « SlopeR », « SoilR », « RiversR ». N'oubliez pas d'ajouter dans votre projet QGIS les rasters reclassifiés depuis le répertoire dans lequel ils ont été enregistrés. Il sera ensuite nécessaire d'adapter la symbologie de ces 3 rasters (confer section* 6.14.1*) si vous désirez visualiser l'étendue des différentes classes de susceptibilité (par défaut certaines classes ne s'affiche pas).*

- ***Intégration** des 3 rasters reclassifiés pour produire un raster exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain. Cette opération se fait via l'outil « Raster > Calculatrice Raster… », dont le fonctionnement est décrit ci-dessous (confer section 6.14.5). La formule mathématique permettant la combinaison des 3 rasters devrait être justifiée sur base d'une calibration, une revue de littérature ou autre, ce qui n'est pas fait dans le cadre de cet exercice. Vous utiliserez la simple formule suivante qui donne une importance légèrement plus grande au paramètre « Pentes » :*

*0.4 * [SlopeR] + 0.3 * [SoilR] + 0.3 * [RiversR]*

Nommez votre fichier « LANDSLIDE_SUSCEPTIBILITY » en format GeoTIFF. Le fichier exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain est créé. Modifiez éventuellement la symbologie de ce raster (confer section 6.14.1*) afin que la représentation soit jolie et parlante (symbologie « Pseudo-couleur à bande unique » avec « Interpolation des couleurs » linéaire, avec une rampe de couleurs adéquate, etc).*

*Les **indications** ci-dessous vous aideront à réaliser cette étude.*

Contextualisation 7 : Evaluation de la susceptibilité aux glissements de terrain en cas de déforestation d'un territoire de forêt brésilienne

6.14. Travailler avec des « raster »

QGIS permet de travailler (analyser, créer, réaliser des requêtes) sur des données de type « raster » (ou « matricielle », constituées d'une grille de cellules).
Certaines analyses permettent également l'intégration des 2 types de données « matricielle » et « vectorielle » comme par exemple le calcul de statistiques sur base des valeurs des cellules d'un raster dans des zones délimitées par un fichier vectoriel.

6.14.1. Symbologie d'un raster

Note : le lecteur se référera également à la section « 6.17.4 Symbologie des données », page 148, pour quelques considérations générales sur la symbologie. Il est important d'utiliser une **symbologie qui soit intuitivement interprétable**, par exemple du rouge pour les zones à risque élevé ou à température élevée, du blanc pour les altitudes élevée, du bleu plus foncé pour des précipitations plus importantes, etc.

La symbologie d'un fichier raster est modifiable via :

- « Clic-droit sur la couche raster dans le panneau « Couches » > Propriétés > Styles » (Figure 49).

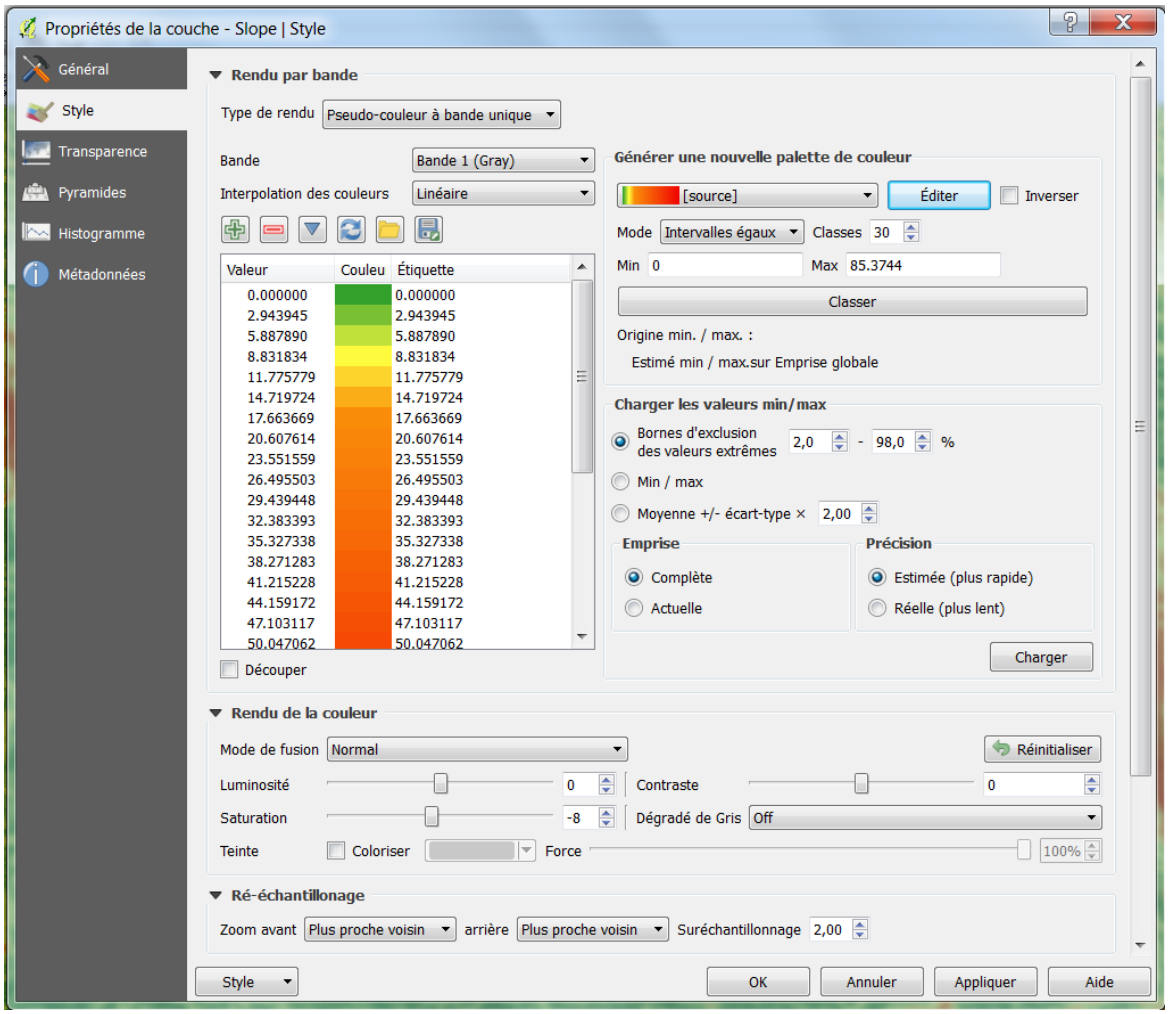


Figure 49 : Options de symbologie d'un raster via le menu « Clic-droit > Propriétés > Style » du raster

4 options de symbologie principales sont disponibles :

- Dans le menu « Rendu par bande > Type de rendu »
  1. **« Couleur à bandes multiples »**
     - Pour visualiser une image multi-bandes
     - Exemple :
       - Une image aérienne, une image satellite multipsectrale
       - Une image scannée (carte scannée,…), une photo, etc
     - En particulier, choisissez une méthode d'amélioration du contraste, sinon le raster sera monochrome.
  2. **« Palette »**
     - Pour visualiser un raster ne contenant qu'une seule bande qui inclue déjà une table de couleurs, où à chaque valeur de pixel a été assignée une couleur. Dans ce cas, la palette est utilisée automatiquement.
     - **Exemple** : carte avec des classes d'occupation du sol
  3. **« Bande grise unique »**
     - Pour visualiser une bande unique en nuance de gris
     - QGIS choisit ce rendu si ce fichier n'est ni multi-bandes, ni une palette indexée, ni une palette continue
     - **Exemple** : une carte avec des reliefs ombrés
     - En particulier, choisissez une méthode d'amélioration du contraste, sinon le raster sera monochrome
  4. **« Pseudo couleur à bande unique »**
     - Pour visualiser une bande unique à l'aide de palettes de couleurs personnalisables
     - Exemples :
       - Une carte des altitudes
       - Une carte de risques (un gradient de couleurs allant du vert au rouge pour respectivement les classes de risques allant de « Sûr » à « Risque élevé »)
     - En particulier, choisissez une palette de couleurs, un mode, le nombre de classes (pour le mode « Intervalles égaux ») et appuyez sur le bouton « Classer » afin de générer la palette de couleurs qui sera utilisée.

Notez les possibilités de :

- **Amélioration de contraste** : dans les cas 1 et 3 : utiliser une technique d'amélioration de contraste. Une amélioration de contraste consiste en une application de la gamme de couleurs disponible sur un intervalle restreint des valeurs potentielles du raster, intervalle défini à l'aide des **valeurs minimale et maximale** effectivement rencontrées dans le raster. La gamme de valeurs potentielles du raster dépend de sa résolution radiométrique, c'est-à-dire le nombre de bit utilisés pour coder un pixel, par exemple pour un raster codé sur 8 bit, $2^8 = 256$ valeurs sont possibles. Par exemple, si les valeurs effectivement rencontrées dans un raster 8 bit ne varient qu'entre 10 et 85, alors la gamme de couleurs disponible est redistribuée par l'amélioration de contraste entre les valeurs allant de 10 à 85.
- Dans les cas 1, 3, 4 : la disponibilité de différentes méthodes pour **définir les valeurs minimale et maximale** à considérer pour la symbologie, notamment en considérant

l'emprise « Complète » (l'ensemble du raster) ou « Actuelle » (l'étendue du raster actuellement affichée dans la fenêtre de visualisation)

- **« Classer »**
  - Permet de créer la palette de couleurs sur base du paramétrage choisi. La palette de couleurs crée s'affiche dans la grande fenêtre centre-gauche. Il est donc important de cliquer sur ce bouton après chaque changement de paramétrage afin de réellement implémenter ce changement de paramétrage.
- **« Charger »**
  - Permet d'implémenter le paramétrage définissant les valeurs minimale et maximale à prendre en considération. L'utilisation de ce bouton doit être suivie de l'utilisation du bouton « Classer » pour implémenter ce paramétrage.
- **« Editer »** (Figure 50)
  - Ce bouton ouvre la fenêtre « Palette de couleurs graduées » qui permet entre autre de :
    - « Couleur 1 » : définir la première couleur de la gamme de couleur
    - « Couleur 2 » : définir la dernière couleur de la gamme de couleur
    - « Arrêts multiples > Ajouter un arrêt » : ajouter une ou plusieurs couleurs intermédiaires entre les couleurs 1 et 2.
    - « Décalage % » : définir la position des couleurs ajoutées par « Ajouter un arrêt » dans la gamme de couleur (0% correspond au début de la gamme et 100% à la fin). Attention, vous devrez tenir compte de la distribution des valeurs du raster pour paramétrer au mieux les décalages. Par exemple, si 90% des cellules du raster ont des valeurs comprises entre 0 et 20 et que les 10% restant ont des valeurs comprises entre 20 et 50, il sera peut-être intéressant d'utiliser plus de nuances de couleurs dans l'intervalle de valeurs [0-20] que dans l'intervalle [20-50], afin d'apporter des nuances de couleurs pour la majorité des cellules du raster.

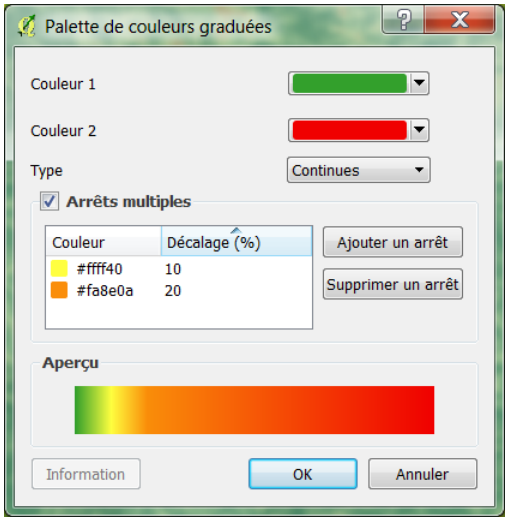


Figure 50 : Fenêtre de création de « Palette de couleurs graduées » pour raster

- Dans le cas 4, choisir un **« Mode »**
  - « Continu » : n'utilise que les couleurs définies via le bouton « Editer »

    - « Intervalles égaux » : permet de définir un nombre de classes de couleurs
- **« Valeur »**
    - Cette colonne contient les « **valeurs seuils supérieures** » de chaque classe. La gamme de valeurs d'une classe va de la « valeur seuil supérieure » de la classe précédente (non incluse) (à défaut de classe précédente, jusqu'à la valeur minimale rencontrée) jusqu'à la « valeur seuil supérieure » (incluse) de cette classe. Schématiquement : gamme de valeurs d'une classe A =] valeur seuil supérieure de la classe précédente → valeur seuil supérieure de la classe A]. Ces « valeurs » sont modifiables via un double-clic-gauche.
- **« Etiquette »**
    - Les valeurs reprises dans cette colonne correspondent aux valeurs affichées pour chaque classe dans le panneau « Couche » et lors de la création d'une légende lors de la mise en page d'une carte. Ces étiquettes sont modifiables via un double-clic gauche et peuvent contenir du texte ou des chiffres.
- **« Interpolation des couleurs »**
    - « Discret » : une classe de valeurs est caractérisée par une couleur unique
    - « Linéaire » : une classe de valeurs est caractérisée par un gradient de couleurs résultant d'une interpolation linéaire entre la couleur attribuée à cette classe et les couleurs attribuées aux classes voisines inférieure et supérieure.
    - « Exact » : seul les pixels ayant exactement les valeurs identifiées dans la palette de couleurs sont représentés à l'aide de ces couleurs
- **Sauvegarde et chargement d'une palette de couleur** : ceci peut être fait via les 2 boutons :
    - Exporter une palette de couleurs vers un fichier 
    - Charger une palette de couleurs depuis un fichier 
- Ajouter une **teinte de couleur** bien spécifique au raster via le menu « Rendu de la couleur > **Teinte** > Coloriser > Choix de la couleur > …
- **Histogramme raster** : un histogramme de la fréquence de distribution des valeurs de pixels dans un raster peut se révéler utile afin de définir correctement les seuils des classes de la symbologie. Un tel histogramme est disponible via un « clic-droit sur le raster > Propriétés > Histogramme »

6.14.2. Interpolation spatiale

Plusieurs possibilités existent dans QGIS pour réaliser une interpolation spatiale à partir d'un fichier vectoriel. Par exemple :

- Dans le menu principal de QGIS : « Raster > Interpolation > Interpolation » avec 2 méthodes:
    - « Interpolation triangulaire (TIN) »
    - « Pondération par Distance Inverse (IDW) » (En : « Inverse Distance Weighted »)
- Dans le menu principal de QGIS : « Raster > Analyse > Interpolation » avec 4 méthodes:
    - « Distance inverse à une puissance »
    - « Moyenne mobile »

- « Plus proche voisin »
- « Métrique des données »

- Dans la « Boite à outils de traitements »: 3 méthodes « par spline » et une « IDW » avec paramétrage détaillé. Découvrez-les en tapant « interpolation » dans la fenêtre de recherche de cette boite à outils.

Par exemple, pour réaliser une interpolation spatiale avec l'algorithme « IDW » du menu principal de QGIS : « Raster > Interpolation > Interpolation »:

- Cliquez sur « Raster > Interpolation > Interpolation »

La fenêtre « Extension d'interpolation » (Figure 51) s'ouvre. Paramétrez-la comme désiré:

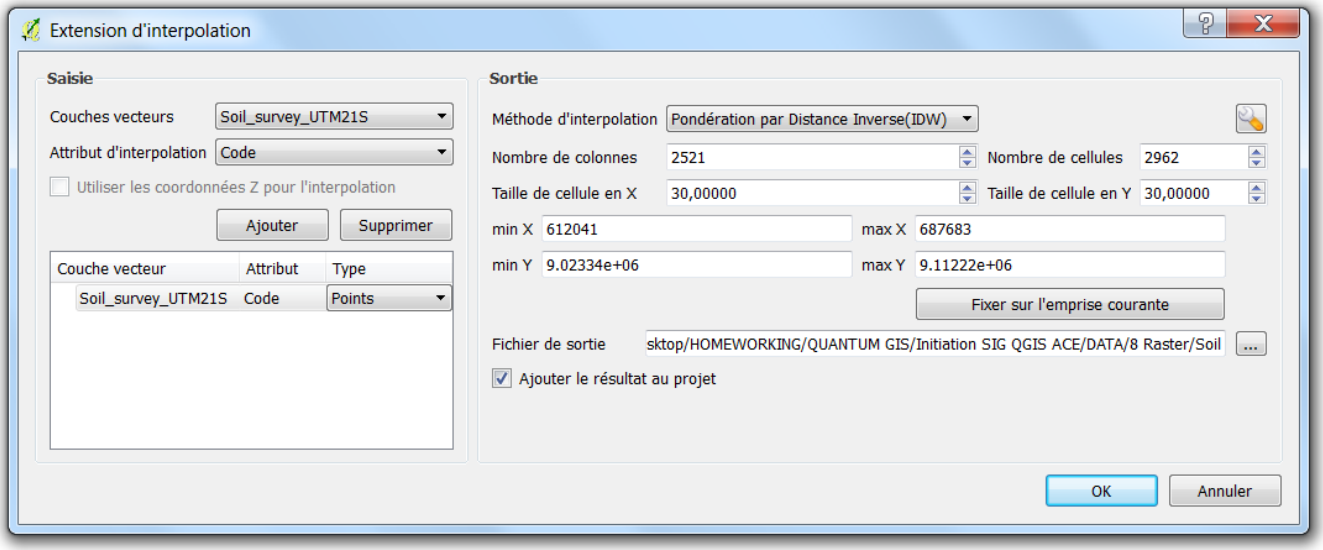


Figure 51 : Fenêtre « Extension d'interpolation » de QGIS

- « Couches vecteurs » : choisissez la couche à partir de laquelle réaliser l'interpolation spatiale. Ce peut être des points, des lignes ou des polygones.
- « Attribut d'interpolation » : le champ (colonne) de la table d'attributs du fichier vecteur à partir duquel réaliser l'interpolation spatiale qui contient l'information à interpoler (par exemple : l'altitude, une concentration (d'un gaz, d'un polluant), un paramètre météorologique, etc)
- « Utiliser les coordonnées Z pour l'interpolation » : ce paramètre n'est actif que si le shapefile a des coordonnées Z (altitude) définies et faisant partie intégrante de la « géométrie » du fichier. Ce que cette option permet de faire n'est pas clairement explicité dans le peu de documentation existante à ce sujet. Elle permet probablement de prendre en considération l'altitude, au même titre que la latitude et la longitude, pour interpoler une valeur donnée.
- Cliquez sur « Ajouter » pour ajouter dans la partie inférieur gauche de la fenêtre « Extension d'interpolation » l'information sélectionnée dans « Attribut d'interpolation »
- Choisissez dans cette fenêtre le type d'entité spatiale auquel correspond le fichier utilisé. Il y a 3 possibilités :
  - « Points » : lorsque le fichier utilisé correspond aux points contenant les valeurs à interpoler

    - « Lignes de structure » : peut correspondre à un fichier de lignes ou polygones permettant de contraindre l'interpolation, avec des « coupures continues »
    - « Ligne de rupture » : idem mais avec des « coupures franches »
- Choisissez la « Méthode d'interpolation »
    - « Interpolation triangulaire (TIN) » (En : « Triangulated Irregular Network »)
    - « Pondération par Distance Inverse (IDW) » (En : « Inverse Distance Weighted ») :
- Paramétrez la résolution spatiale de votre raster d'interpolation (le raster résultant). 2 possibilités existent :
    - **Nombre de cellules :** définir le « Nombre de colonnes » et le « Nombre de lignes » du raster (c'est écrit « Nombre de cellules » dans QGIS 2.12.2 mais il s'agit bien du nombre de lignes). La taille de ces cellules sera alors adaptée en fonction de l'étendue (En : extent) de la zone d'interpolation.
    - **Taille des cellules :** « Définir la taille de cellule en X » et « … en Y ». Le nombre de cellules sera alors adapté en fonction de l'étendue de la zone d'interpolation. Attention, il n'est pas possible de choisir les unités de la taille des cellules. L'unité utilisée est celle du système de coordonnées du fichier interpolé. Si vous voulez exprimer la taille de vos cellules en mètres, il faut s'assurer que le fichier à interpoler est bien exprimé dans un système de coordonnées projetées utilisant le mètre comme unité linéaire. Si ce n'est pas le cas, vous pouvez faire une « reprojection » (« Géotraitement QGIS > Outil généraux de vecteur > Reprojeter une couche ») du fichier dans un système de coordonnées adéquat.
- Le bouton « Fixer sur l'emprise courante » semble ne pas fonctionner (dans QGIS 2.12.2). Son utilisation risque de déboucher sur un mauvais résultat. Mieux vaut l'ignorer.
- « Fichier de sortie » : naviguez vers le répertoire de sortie et nommez votre fichier. Si vous ne précisez pas d'extension un raster avec l'extension « .asc » sera produit. Il semble possible de produire un fichier au format « .tif » en ajoutant cette extension au nom du fichier.
- « Ajouter le résultat au projet » : à cocher pour ajouter automatiquement le raster interpolé dans l'interface de QGIS après sa création.
- Cliquez « OK »

Votre raster d'élévation interpolée est créé et s'affiche dans QGIS si vous l'avez demandé.

Remarques :

1. Il n'existe pas de « recette » pour le **choix de la meilleure méthode d'interpolation** et du meilleur paramétrage de ces méthodes étant donné la diversité de choix possible. Avant de réaliser une interpolation, vous devrez donc bien comprendre comment chaque méthode fonctionne, quels en sont les avantages et inconvénients, afin de choisir la méthode la plus adaptée à vos données de base et aux résultats attendus. Vous trouverez d'avantage d'information sur les méthodes d'interpolation sur le net et notamment dans la documentation officielle de QGIS la plus récente, en utilisant sur cette page http://docs.qgis.org/2.8/fr/docs/user_manual/ le mot clef « interpolation » dans le menu de recherche.
2. Un cas particulier de l'interpolation spatiale est celui de la création d'un **Modèle Numérique de Terrain (MNT)** à partir d'un fichier de points contenant un champ

avec l'information « altitude » à interpoler. Un MNT est une modélisation de l'altitude d'une surface (terrestre, par exemple). Les autres appellations du MNT sont : MNE (E pour Elévation), ou MNA (A pour Altitude)) ; DTM (En : Digital Terrain Model), ou DEM (En : Digital Elevation Model).

6.14.3. Créer un raster de pentes (mais aussi d'exposition, d'ombrage, de relief et d'index de rugosité) à partir d'un MNT

Cette section s'intéresse à la création d'un raster de pentes à partir d'un raster d'altitude. A vous de faire le parallèle si vous êtes intéressé par la dérivation d'autres informations à partir d'un raster d'altitude (exposition, ombrage, relief, rugosité).

Dans un raster de pentes, chaque cellule du raster a une valeur en degré ou en pourcent, renseignant sur l'importance de la pente en cet endroit. Cette page web, relative à ArcGIS, explique bien comment une pente est calculée : http://resources.arcgis.com/fr/help/main/10.1/index.html#//00q90000001r000000.

Plusieurs possibilités existent dans QGIS pour calculer un raster de pentes à partir d'un MNT.

- Dans le menu principal de QGIS : « Raster > Analyse de terrain > Pente » (calcul des pentes **en degré uniquement** semble-t-il, pas en pourcent). (Remarque : ce même menu « Raster > Analyse de terrain >… » permet le calcul de raster d'exposition, d'ombrage, de relief et d'index de rugosité.)
- Dans le menu principal de QGIS : « Raster > Analyse > MNT / DEM (Modèles de Terrain)… > Mode > Pente » (avec la possibilité de calculer les pentes **en degré ou en pourcent**)
- Dans la « Boite à outils de traitements » via les « Commandes GRASS » et « GDAL/OGR ». Découvrez-les en tapant « pente » dans la fenêtre de recherche de cette boite à outil

Par exemple, pour réaliser un calcul de pentes via le menu principal de QGIS:

- Cliquez sur « Raster > Analyse de terrain > Pente »

La fenêtre « Pente » (Figure 52) s'ouvre. Paramétrez-la comme désiré:

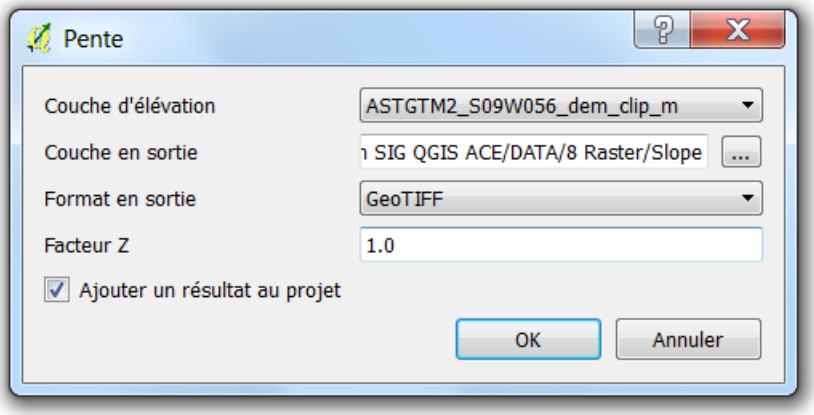


Figure 52 : Fenêtre de création d'un raster de pentes à partir d'un raster d'altitude

- « Couche d'élévation » : le raster qui contient les données d'altitude à partir desquelles dériver les pentes
- « Couche en sortie » : naviguez vers le répertoire de sortie et nommez votre fichier
- « Format en sortie » : le format du raster de pentes. Une petite quarantaine de formats sont disponibles. Un des formats les plus courant est le format « GeoTIFF ».
- « Facteur Z » : un facteur de conversion entre les unités utilisées en XY (longitude, latitude) (degré, m, feet, etc) et les unités utilisées pour l'altitude (m, feet, etc). Ce facteur correspond au nombre d'unités XY au sol compris dans une unité de la 3ème dimension Z. Le plus simple est par exemple de s'arranger pour avoir le raster d'élévation projeté dans un système de coordonnées utilisant des mètres comme unité linéaire en XY et que l'altitude soit également exprimée en mètres, ce qui permet d'utiliser un « Z factor » égale à 1. Sinon, si le MNT doit rester dans un système de coordonnées géographique (latitude longitude) ce blog relatif à ArcGIS vous donnera quelques indications : http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2007/06/12/setting-the-z-factor-parameter-correctly/. Les valeurs de conversion d'unités de mètres et pieds sont données ici : http://desktop.arcgis.com/fr/desktop/latest/manage-data/raster-and-images/slope-function.htm.
- « Ajouter le résultat au projet » : à cocher pour ajouter automatiquement le raster de pentes dans l'interface de QGIS après sa création.
- Cliquez « OK »

Votre raster de pentes s'affiche dans QGIS.

6.14.4. Reclassifier les valeurs d'un raster

QGIS permet de convertir les valeurs des cellules d'un raster selon des règles de classification. Cela peut-être utile, par exemple, pour transformer des « classes de valeurs de pentes » en « valeurs de susceptibilité au glissement de terrain».

2 méthodes principales pour reclassifier un raster sont facilement disponibles dans QGIS via l'interface avancée de la « Boite à outils de traitements » (à rechercher via le mot-clef « reclass »:

- L'outil « r.reclass » des commandes GRASS
  - Nécessite la création d'un fichier texte de reclassification indépendant
- L'outil « Reclassify Grid Values » de SAGA GIS
  - Ne nécessite pas la création d'un fichier texte de reclassification indépendant

Pour reclassifier un raster avec l'outil « r.reclass » des commandes GRASS :
→ Une description détaillée de cet outil est disponible via la rubrique d'aide « Help » de la fenêtre de cet outil.

1. Créez un fichier contenant les règles de reclassification :
   - Créez un nouveau fichier de type « texte » : en dehors de QGIS, dans le répertoire de votre choix, cliquez-droit et sélectionnez « Nouveau > Document texte » et nommez-le, par exemple « RECLASS1.txt »
   - Ouvrez ce nouveau fichier (avec le « bloc notes » (En : « notepad »))

- Rédigez les règles de reclassification en respectant les consignes suivantes (Figure 53) :
  - Une ligne par règle de reclassification
  - Pas d'espace entre les lignes
  - Le format d'une ligne de reclassification doit respecter la structure: input_categories=*output_category* [*label*]
  - Utiliser le signe « = » entre, à gauche, la ou les valeur(s) du raster à reclassifier, et, à droite, la nouvelle valeur à attribuer
  - Les valeurs utilisées doivent être entières (pas de décimale) en entré et en sortie car « r.reclass » ne travaille qu'avec des valeurs de raster entières (les valeurs décimales de raster sont arrondies à l'entier le plus proche)
  - Utiliser un espace entre les valeurs pour définir une liste de valeurs dans la partie gauche de l'expression
  - Utiliser le mot-clef "thru" pour définir une gamme de valeurs dans la partie gauche de l'expression
  - Utiliser le symbole "*" pour faire référence à « toutes les autres valeurs non encore listées dans le fichier » dans la partie gauche de l'expression
  - Utiliser le mot-clef « NULL » pour attribuer la valeur « NULL »
  - Une « étiquette de catégorie » (En : category label) peut être indiquée en fin de ligne, par exemple : « Bonne qualité »
- Sauvez et fermez le fichier

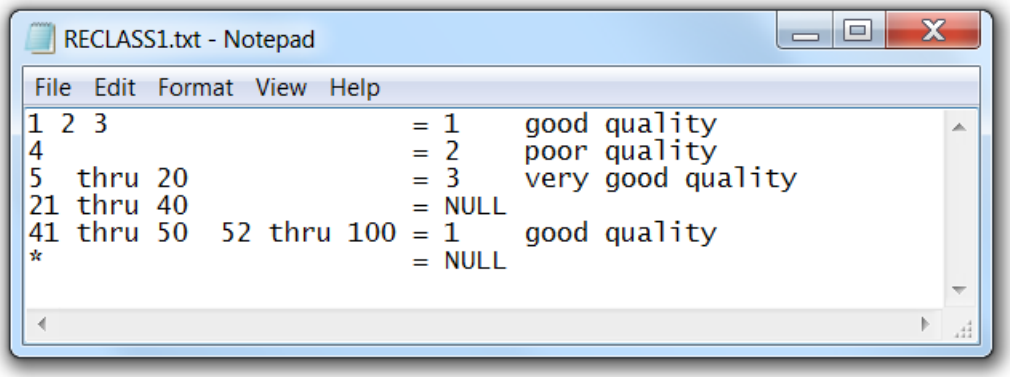


Figure 53 : Exemple de fichier texte de reclassification pour l'outil « r.reclass » des commandes GRASS

2. Utilisez l'outil « r.reclass » des commandes GRASS (Figure 54) :
   - Cherchez l'outil en tapant « reclass » dans la fenêtre de recherche de la « Boite à outils de traitements »
   - Sélectionnez et ouvrez l'outil « r.reclass »
   - Paramétrez cet outil via l'onglet « Paramètres », avec notamment :
     - « Input raster layer » : le fichier raster à reclassifier. « r.reclass » ne travaille qu'avec des valeurs de raster entières (les valeurs décimales de raster sont arrondies à l'entier le plus proche). Si nécessaire, multiplier le raster à reclassifier par 10, 100 ou plus via la « calculatrice de raster » (confer ci-dessous la section « 6.14.5 « Calculatrice Raster » (En : « Raster Calculator ») » page 133)

- « File containing reclass rules [optionnel] »: le fichier de type texte contenant les règles de reclassification.
- « Reclassified » : le répertoire et le nom du fichier reclassifié. Le format du raster peut être également choisi.
- Cochez « Ouvrir le fichier en sortie après l'exécution de l'algorithme »

- Cliquez sur « Run »

Le raster reclassifié est calculé et s'ajoute dans le panneau « Couches ». Par défaut il est nommé « Reclassified » et affiché en symbologie noir et blanc

- Ajouter la couche raster avec le nom correct depuis le répertoire dans lequel il a été enregistré via le bouton « Ajouter une couche raster »
- Changez la symbologie du raster reclassifié afin de faire apparaitre chacune des classes et de leur donner une couleur adéquate.

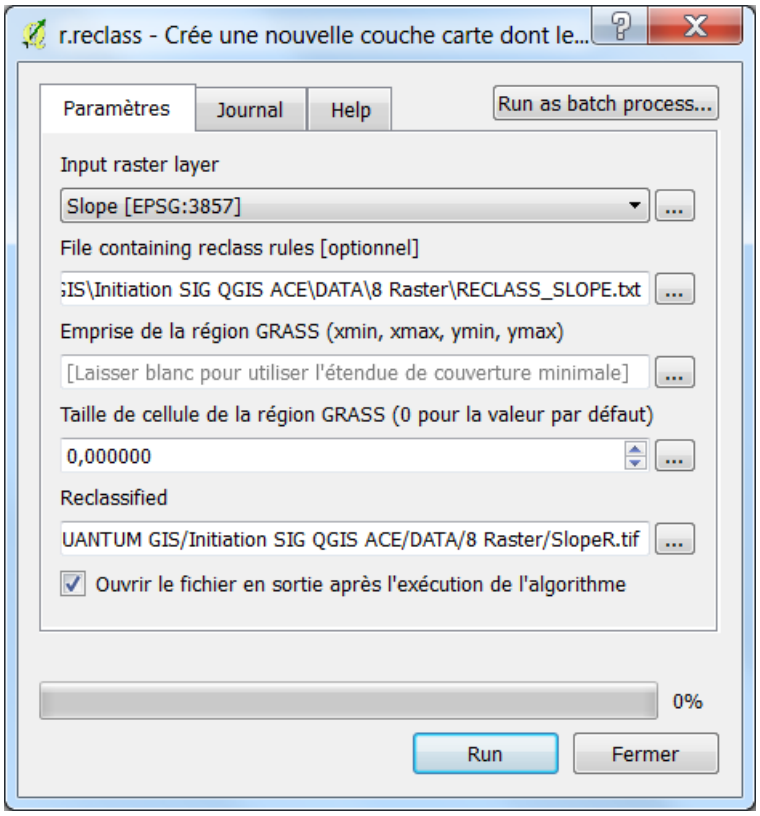


Figure 54 : Outil « r.reclass » de l'application tierce GRASS

6.14.5. « Calculatrice Raster » (En : « Raster Calculator »)

QGIS permet de combiner les valeurs de plusieurs rasters via une formule mathématique à l'aide de l'outil « Calculatrice Raster» (Figure 55).

Pour **combiner les valeurs de plusieurs rasters**:

- Cliquez sur « Raster > Calculatrice Raster… »
    - A l'aide de l'interface de la calculatrice qui apparait, tapez la formule combinant les rasters concernés. Une indication en bas à gauche de la fenêtre indique si l'expression est valide ou invalide.
    - « Couche en sortie » : naviguez vers le répertoire de sortie et nommez votre fichier
    - « Format en sortie » : le format du raster en sortie. Une petite quarantaine de formats sont disponibles. Un des formats les plus courants est le format « GeoTIFF ».
    - « Ajouter le résultat au projet » : à cocher pour ajouter automatiquement le raster de pentes dans l'interface de QGIS après sa création.
    - Cliquez « OK »

Le raster résultant du calcul s'affiche dans QGIS après un temps de calcul plus ou moins long.
La symbologie du fichier peut-être modifiée pour une meilleure visualisation.

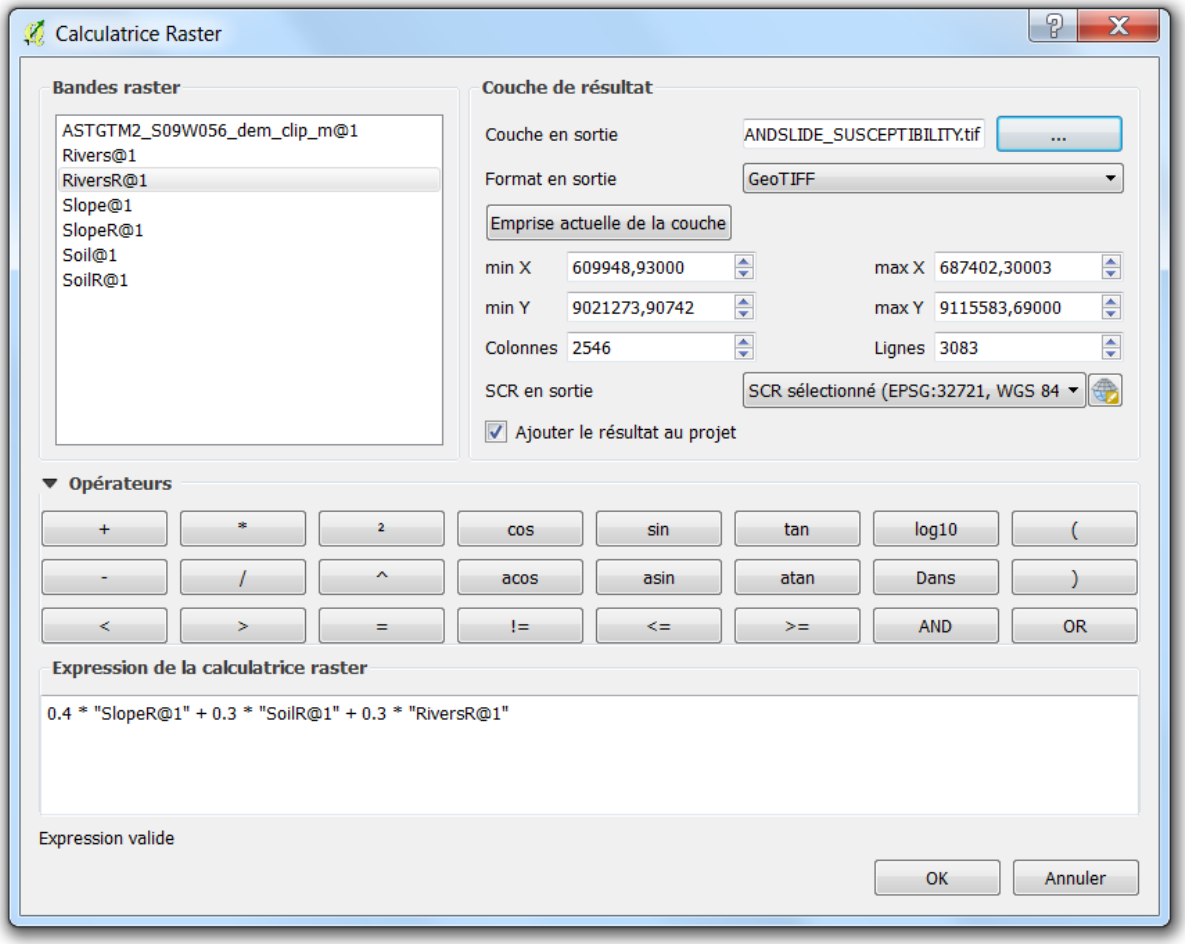


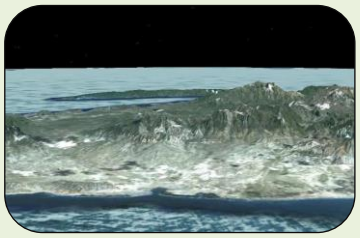
Figure 55 : « Calculatrice Raster » : exemple de calcul multi-raster



Contextualisation 8

Contrat de rivière en Haïti et
Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)

L'ONG québécoise « L'eau pour tous » commence un projet de développement en Haïti sur le modèle des « contrats de rivières ». Le projet se focalise sur le bassin versant pilote de « Bombardopolis/Gonaïves » et l'une des premières étapes de ce projet est de réaliser une base de données géographique de référence sur ce bassin. Vous devez identifier les limites géographiques de ce bassin versant.


Pour ce faire vous disposez, dans le dossier «…\DATA\9 Watershed delimitation », des ***données*** *suivantes :*

- *«ASTGTM2_N19W074_dem_WGS84_UTM18N_INT16_CLIP.tif », un modèle numérique de terrain de la zone avec une résolution spatiale horizontale de 30 m * 30 m, dans le système de coordonnées « WGS 84 UTM zone 18 N, EPSG : 32618 »*
- *« Watershed_pour_point_WGS84_UTM18N.shp », un shapefile de type « point » représentant l'exutoire du bassin versant que vous voulez identifier.*

Le système de coordonnées utilisé dans ce projet est un système de coordonnées projetées adapté à Haïti, le système « WGS 84 UTM Zone 18N, EPSG: 32618 ».

Les ***indications*** *ci-dessous (section 6.15) vous aideront à réaliser cette étude. Vous travaillerez avec le projet QGIS «…\DATA\9 Watershed delimitation\Watershed delimitation in Haiti.qgs ».*

Contextualisation 8 : Contrat de rivière en Haïti et Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE)

6.15. Analyse hydrologique

De très nombreux outils spécifiques à l'analyse hydrologique sont disponibles dans QGIS, en particulier via:

- « Commandes GRASS > Raster > … »
- « TauDEM (analyse hydrologique) »
- « SAGA > Terrain analysis > Channels & Hydrology »

6.15.1. Délimiter un bassin versant et actions connexes

La délimitation d'un bassin versant peut se faire à partir d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) et de la dérivation de différentes caractéristiques liées au relief.

Une méthode, mais il en existe d'autres, est décrite ici. Les étapes de cette méthode sont illustrées dans la Figure 56 ci-dessous.

1. **Acquisition d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT)**
   Avant de commencer l'analyse proprement dite, vous devrez vous procurer une information sur l'altitude dans la zone étudiée sous la forme d'un MNT (un raster dont les valeurs de cellules correspondent à l'altitude).
   - Une des sources d'information de référence pour l'acquisition (gratuite) d'information sur l'altitude est le site web : http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/ qui met à disposition un MNT mondial téléchargeable sur des zones (des « tiles ») de 1*1 degré de côté et de 30 m de résolution spatiale (il faut s'enregistrer sur ce site, se loguer, rechercher et sélectionner les « tiles » d'intérêt puis les télécharger).
   - Attention : de la qualité du MNT (résolution spatiale, présence de mauvais pixels, etc) dépendra la qualité de l'analyse hydrologique en général et la précision de la délimitation d'un bassin versant en particulier.
   - Plusieurs fichiers MNT (plusieurs « tiles » ou plusieurs « images ») peuvent être nécessaires pour couvrir la zone d'intérêt. Dans ce cas, il faudra faire un mosaïquage (« fusion ») des différents fichiers pour en obtenir un seul, confer ci-dessous.

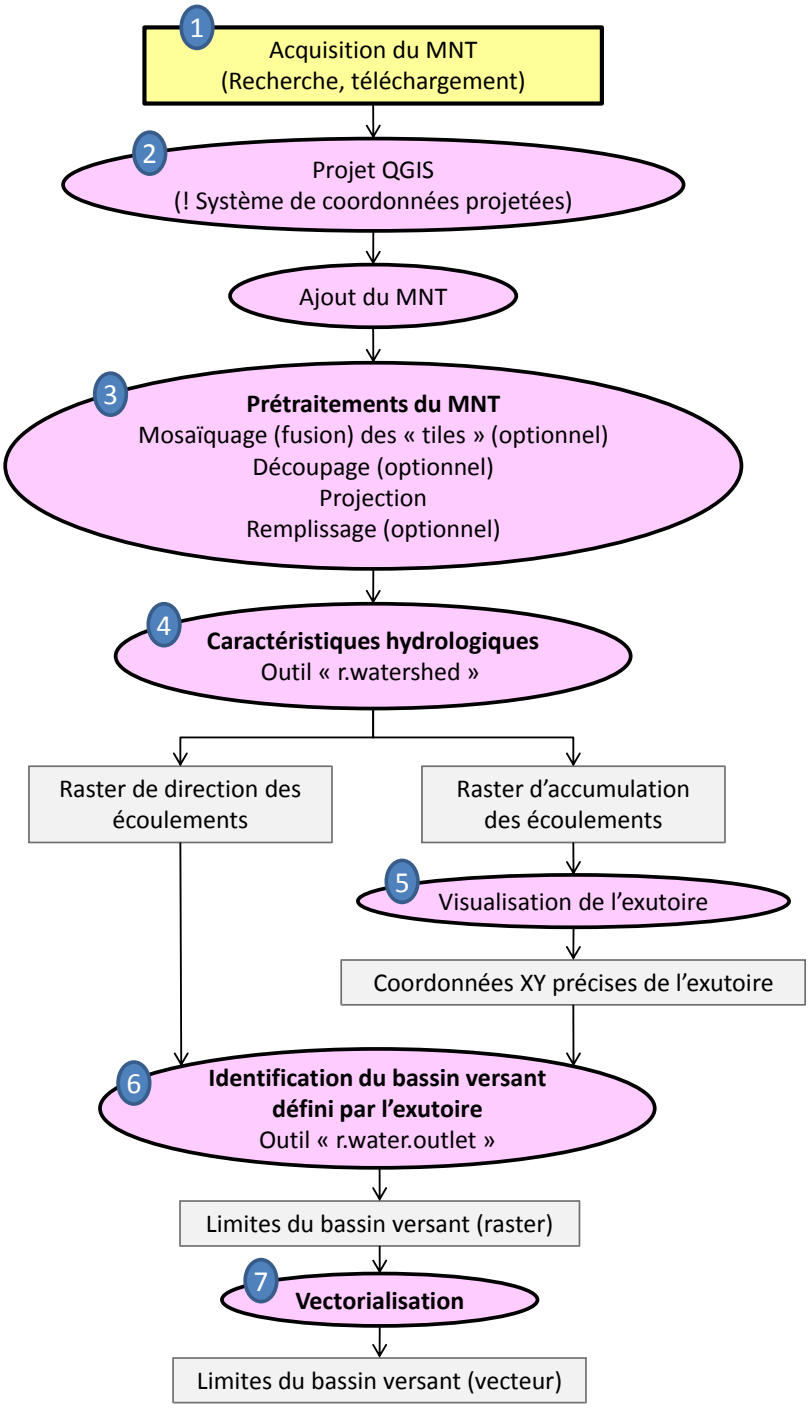


Figure 56 : Schéma des opérations pour la délimitation d'un bassin versant à partir d'un MNT

2. Préparation du projet QGIS

Vous devrez en particulier veiller à utiliser le bon système de coordonnées pour votre projet QGIS *(dans la cadre de cet exercice sur Haïti, le système : « WGS 84 UTM Zone 18N, EPSG: 32618 »)*

- **Créez et sauvegardez un nouveau projet QGIS** ou **ouvrez un projet QGIS existant**
- **Gestion des systèmes de coordonnées** utilisés, en particulier pour une compatibilité avec l'outil « Boite à outils de traitements > r.water.outlet » qui sera utilisé dans la suite de la procédure (confer ci-dessous):

- **Attention !** Pour travailler avec l'outil « r.water.outlet » il préférable que le projet QGIS et tous les fichiers utilisés par cet outil soient exprimés dans un même système de coordonnées projetées utilisant une unité linéaire précise (par exemple des mètres, des feet,…).
- **Explication :** l'outil « r.water.outlet » requière la définition des coordonnées de l'exutoire du bassin versant à calculer dans ses 2 menus « Easting » et « Northing coordinate of outlet point ». Ces coordonnées doivent être des nombres entiers, et seront arrondies à l'entier le plus proche si elles sont exprimées avec un nombre décimal. Ceci peut donc mener à une erreur de positionnement très importante de l'exutoire si ces coordonnées sont exprimées en degrés (1 degré peut correspondre à plus de 100 km). L'erreur sera beaucoup plus petite, et très certainement négligeable, si les coordonnées sont exprimées en mètres. Il est donc important d'utiliser un système de coordonnées projetées utilisant, par exemple, le mètre comme unité linéaire.
- Il faudra donc que :
  - Le **projet QGIS** soit exprimé dans ce système de coordonnées projetées afin que la position de l'exutoire soit facilement lisible dans l'interface QGIS dans ce système. (Ceci n'est pas obligatoire si vous connaissez déjà les coordonnées de l'exutoire dans le système de coordonnées projetées)
    - **Changez donc (si nécessaire) le système de coordonnées de votre projet QGIS** via le menu « Projet > Propriétés du projet… > SCR > Activer la projection 'A la volée' > Sélectionnez le SCR projeté désiré »
  - Le **fichier exprimant les directions d'écoulements** utilisé comme entrée dans l'outil « r.water.outlet » (confer ci-dessous) soit exprimé dans un système de coordonnées projetées. Ceci est obligatoire. Il est donc préférable que le fichier MNT, à partir duquel le fichier d'écoulement est calculé, soit projeté dans ce système de coordonnées projetées dès le départ (confer ci-dessous).

3. **<u>Prétraitements des données raster d'altitude</u>**

   Avant de commencer l'analyse hydrologique à proprement parlé, en fonction du type de données d'altitude en format raster dont vous disposez, quelques opérations (ou « prétraitements ») peuvent être nécessaires.
   - **Ajoutez** le (les) fichier(s) MNT dans le projet QGIS
   - Réalisez un « **mosaïquage** » (une fusion) (optionnel) des MNT, le cas échéant, si la zone à étudier est couverte par plusieurs fichiers MNT (plusieurs « tiles »). L'outil à utiliser est :
     - « Raster > Divers > Fusionner… »
   - Un **découpage spatial** (En : clip) (optionnel) du MNT afin de réduire son étendue spatiale peut se révéler utile pour diminuer la taille du fichier et donc accélérer l'exécution des outils suivants. L'outil à utiliser est :
     - « Raster > Extraction > Découper… »

- **Projetez** le MNT dans le système de coordonnées projetées adéquat, par exemple, un système utilisant le mètre comme unité linéaire (confer ci-dessus). L'outil à utiliser est :
  - « GDAL/OGR > [GDAL] Projections > Projection (warp) »
- Un « **remplissage** » (En : « fill ») (optionnel) des « pixels sans donnée » (no-data pixels) dans le MNT peut se faire par une technique d'interpolation de type « spline » à partir des pixels avoisinants. L'outil à utiliser est :
  - « Boite à outils de traitements > r.fillnulls ». Le paramétrage par défaut peut-être conservé. Veillez toutefois à sélectionner le bon « Input raster layer to fill » (le fichier à « remplir ») et à identifier le répertoire de sortie désiré via le menu « Filled ».

4. **<u>Calcul des caractéristiques hydrologiques à partir du MNT</u>**

L'outil « **r.water.outlet** » qui permettra de délimiter un bassin versant particulier à partir de son exutoire nécessite 2 choses :

- Un raster de « **directions des écoulements** » (ou « direction des flux ») (En : « drainage/flow direction ») comme donnée d'entrée
- Que **l'exutoire soit positionné dans une zone d'accumulation d'eau** (une dépression du relief). Ces zones sont identifiées par un raster d'« **accumulation des écoulements** » (En : accumulation flow).

Ces 2 rasters (« direction » et « accumulation ») sont calculables par l'outil « **Boite à outils de traitements > r.watershed** ».

- Utilisez l'outil « Commandes GRASS > r.watershed » pour calculer ces 2 rasters (« direction » et « accumulation »).
  - Une **description précise de cet outil** (en anglais) est disponible dans l'onglet « **Help** » de la fenêtre de cet outil (il faut être connecté à internet pour accéder à cette aide).
  - Cet outil produit toute une série de rasters. Pour conserver les rasters produits, il faut définir pour chacun des rasters à conserver un répertoire et les nommer. Sinon ils seront temporaires, affichés dans QGIS mais seront effacés après un certain temps.
  - Le **paramétrage** nécessaire dans le cadre de cet exercice est :
    - « Elevation » : sélectionnez le fichier MNT à utiliser
    - « Minimum size of exterior basin » : cette valeur doit être supérieure à 0. Une valeur de 10 fonctionnera dans le cadre de cet exercice. Pour en savoir plus sur ce paramètre, référez-vous à la rubrique d'aide de l'outil r.watershed (via l'onglet « Help » de la fenêtre de cet outil, en particulier la section « Basin treshold »)
    - « Number of cells that drain through each cell » : ceci correspond au raster d'accumulation des écoulements. Indiquez le répertoire et le nom de ce raster.
    - « Drainage direction » : indiquez le répertoire et le nom du raster de direction des écoulements résultant
    - Les autres paramètres peuvent garder leur valeur par défaut.
- **Visualisez** les fichiers résultants, en particulier :

- Le raster de « directions des écoulements » : la couleur des cellules correspond à une direction d'écoulement
- Le raster des zones d'« accumulation des écoulements ». L'affichage par défaut de ce raster ne permet en général pas de visualiser clairement les zones d'accumulations. Afin d'améliorer la visualisation de ce raster, modifiez sa symbologie via « Clic-droit sur la couche > Propriétés > Style > Rendu par bande » et choisissez par exemple, l'option « Moyenne +/- écart-type » de l'encadré « Charger les valeurs min/max » avec une valeur très faible comme 0.2 par exemple, choisissez l'«Amélioration du contraste » « Etirer jusqu'au MinMax », et cliquez sur le bouton « Charger ». Ceci devrait vous donner un aperçu des zones d'accumulations et donc du réseau hydrographique potentiel.

5. **Identification de la position de l'exutoire cible**

L'outil « **r.water.outlet** » qui permettra de délimiter un bassin versant particulier à partir de son exutoire nécessite les **coordonnées précises de cet exutoire** qui doit être **positionné sur le réseau hydrographique potentiel** c'est-à-dire dans les zones d'accumulations identifiées ci-dessus. Pour ce faire :

- Affichez dans QGIS le raster des zones d'accumulation (« Number of cells that drain through each cell ») avec une symbologie adéquate (confer ci-dessus) (ou celui nommé « Visual display »)
- Localisez de manière précise l'exutoire désiré. Il est nécessaire de zoomer sur l'endroit désiré comme exutoire jusqu'à obtenir une précision de localisation inférieure au pixel du MNT.
- Prenez note des coordonnées de l'exutoire telles qu'elles s'affichent dans l'interface de QGIS, dans le système de coordonnées projetées utilisant les unités désirées (confer ci-dessus). *(Dans le cas de cet exercice sur Haïti : X = 687084 et Y = 2 174 917, en mètres).*

6. **Identification d'un bassin versant particulier défini par l'exutoire cible**

Il est maintenant possible de délimiter un bassin versant particulier défini par un exutoire donné sur base :

- du raster de directions d'écoulements (obtenu avec « r.watershed » ci-dessus)
- de la localisation de l'exutoire qui définit le bassin versant (identifiée ci-dessus)

Pour ce faire :

- Utilisez l'outil « r.water.outlet » avec le paramétrage suivant :
  - « Name of input raster map » : le raster de directions d'écoulements dans le système de coordonnées projetées désiré (confer ci-dessus)
  - « Easting… » (X) et « Northing coordinate of outlet point » (Y) :
    - Ecrivez les coordonnées de l'exutoire telles qu'identifiées plus haut, dans le bon système de coordonnées projeté désiré *(Dans le cas de cet exercice sur Haïti : X = 687084 et Y = 2 174 917, en mètres).*
- « Output bassin layer » : le répertoire et le nom du raster résultant qui identifiera le bassin versant d'intérêt.

7. **Vectorialisation des limites du bassin versant**
   Il peut être intéressant, selon ce que vous désirerez faire avec les limites du bassin versant d'intérêt, de transformer le raster identifiant ces limites en fichier vectoriel (shapefile) de polygones. Pour ce faire :
   - Utilisez l'outil « Raster > Conversion > Polygoniser (Raster vers Vecteur)… » du menu principal de QGIS

Ressources complémentaire sur l'analyse hydrologique :

Voici quelques liens vers des exemples d'utilisation d'outils hydrologiques dans QGIS :

- Analyse de bassins versants avec GRASS :
  - http://www.ing.unitn.it/~grass/docs/tutorial_62_en/htdocs/esercitazione/dtm/dtm4.html
  - https://www.youtube.com/watch?v=64adCOs-Sl0
- Analyse hydrologique dans le « training manual » de QGIS :
  - https://docs.qgis.org/2.6/fr/docs/training_manual/processing/hydro.html

6.16. Enregistrement d'un projet QGIS : « chemin relatif » ou « chemin absolu » ?

L'enregistrement d'un projet QGIS peut se faire de deux manières différentes, selon la façon d'enregistrer le chemin (répertoire) indiquant au projet QGIS où sont stockées vos données sources (shapefile, raster, etc). Deux types de chemins existent :

1. « Chemin relatif » (ou « relative path »)
2. « Chemin absolu » (ou « full path » ou « absolute path »)

6.16.1. Exemple

Considérons le cas de la Figure 57 ci-dessous, où le projet QGIS intitulé « Full and relative path.qgs » se trouve dans le dossier « ORIGINAL_PLACE » et contient l'unique donnée « ZAM-level_1.shp », un shapefile des divisions administratives de niveau 1 de la Zambie.

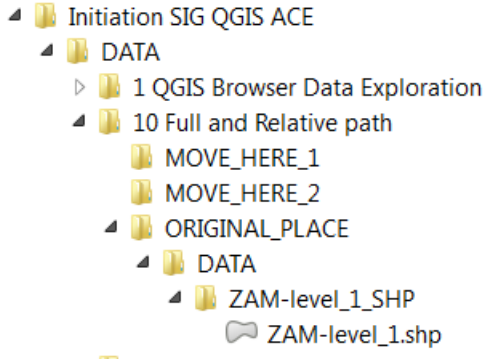


Figure 57 : Répertoire à utiliser pour l'exercice sur le mode d'enregistrement en chemin relatif et absolu des projets QGIS

Si le projet est enregistré en **« chemin absolu »,** le projet QGIS enregistrera le chemin vers le shapefile « ZAM-level_1.shp » comme :

- **D:\Initiation SIG QGIS ACE\DATA\10 Full and relative path\ ORIGINAL_PLACE\DATA\ZAM-level_1_SHP\ZAM-level_1.shp**

Par contre, si le projet est enregistré en **« chemin relatif »,** le projet QGIS enregistrera le chemin vers le shapefile « ZAM-level_1.shp » comme :

- **« ..\DATA\ZAM-level_1_SHP\ZAM-level_1.shp ».**

Les 2 points « .. » indiquent que, à partir du projet QGIS, qui se situe dans le dossier « ORIGINAL_PLACE », pour trouver le(s) fichier(s) associés au projet, il faut d'abord remonter de 1 niveau, vers le dossier « PLACE_ORIGINALE ». Ensuite, il faut redescendre vers le fichier de données « ZAM-level_1.shp » en suivant le chemin « \DATA\ZAM-level_1.shp ».

6.16.2. Définitions

1. Enregistrement en « chemin absolu »

Lors d'un enregistrement de type « chemin absolu », le projet QGIS enregistre le chemin (le répertoire) complet où sont stockées les données utilisées dans le projet « Projet_QGIS.qgs », depuis la lettre identifiant le disque dur (la « racine » du disque dur), jusqu'au dossier contenant ces données.

2. Enregistrement en « chemin relatif »

Lors d'un enregistrement de type « chemin relatif », le projet QGIS enregistre le chemin (le répertoire) reliant le projet QGIS aux données utilisées dans ce projet, et ce sans passer par la « racine » du disque dur, mais en remontant jusqu'au premier dossier commun contenant le projet QGIS et toutes ses données, puis en redescendant vers les données.
Ce type d'enregistrement est à privilégier si le projet QGIS est susceptible d'être déplacé après sa création (envoi à un collègue, changement d'ordinateur, etc). Dans ce cas, il faudra veiller à ce que le projet QGIS **ET** les données qu'il contient soient tous enregistrés dans un même dossier commun facilement déplaçable.

6.16.3. Choix du type d'enregistrement (« absolu » ou « relatif ») de votre projet QGIS

Dans la barre de menu principale de QGIS,

- Cliquez sur « Projet > Propriétés du projet… > Général > Paramètres généraux > Enregistrer les chemins > »
- Choisissez « absolu » ou « relatif »
- Cliquez sur « OK »

Par défaut le type « relatif » est utilisé.

6.16.4. Exercice

- Ouvrez le projet « Full and relative path.qgs»

Quels est le type d'enregistrement actuel ? (Réponse = « relatif »)

- Remarquez que le fichier « ZAM-level_1.shp » s'affiche correctement dans QGIS
- Fermez le projet
- Dans votre explorateur Windows, coupez le dossier « ORIGINAL_PLACE» contenant le projet « Full and relative path.qgs » et le shapefile (clic-droit sur le dossier > Couper »)
- Collez ce dossier dans le dossier « MOVE_HERE_1» (clic-droit dans le dossier « MOVE_HERE_1» > Coller)
- Ouvrez le projet QGIS « Full and relative path.qgs» que vous venez de placer dans « \ MOVE_HERE_1\ ORIGINAL_PLACE \ »

Le projet s'ouvre-t-il correctement ? Pourquoi ? (Réponse : oui, car il est enregistré en « chemin relatif ». La donnée « ZAM-level_1.shp » n'a pas bougé par rapport (ou « relativement ») au projet QGIS. Autrement dit, le chemin relatif est resté le même, malgré le déplacement du dossier contenant le projet et ses données.)

- Modifiez le type d'enregistrement de ce projet en « chemin absolu »
- Enregistrez cette modification en enregistrant le projet QGIS, en cliquant sur la disquette dans l'interface principale de QGIS
- Fermez le projet QGIS
- Dans votre explorateur Windows, coupez le dossier « MOVE_HERE_1» contenant le projet « Full and relative path.qgs » et le shapefile (« clic-droit sur le dossier > Couper »)
- Collez ce dossier dans le dossier « MOVE_HERE_2» (« clic-droit dans le dossier « MOVE_HERE_2 » > Coller »)
- Ouvrez le projet QGIS « Full and relative path.qgs » que vous venez de placer dans « \ MOVE_HERE_2\ ORIGINAL_PLACE \... »

Le projet QGIS s'ouvre mais ne trouve pas le chemin jusqu'à la donnée « ZAM-level_1.shp » car le chemin, de type absolu, pointe vers un dossier n'existant plus.

Une fenêtre « Reprendre les mauvaises couches » s'affiche dans le projet QGIS avec la liste des couches pour lesquelles il y a un problème d'affichage.

Pour réparer le chemin,

- Dans la fenêtre « Reprendre les mauvaises couches » qui s'affiche à l'ouverture d'un projet QGIS présentant au moins un problème pour une couche,
    - Sélectionnez une couche présentant un problème
    - Réparez le chemin en cliquant sur « Parcourir » et naviguez vers le répertoire dans lequel se trouve le fichier correspondant
    - Cliquez sur le fichier correspondant
    - Cliquez sur « OK » dans la fenêtre « Reprendre les mauvaises couches »

Le fichier « ZAM-level_1.shp » s'affiche à nouveau dans QGIS.



Contextualisation 9

Orpaillage artisanal en République Démocratique du Congo et pollution des rivières

La population de la région du village Lumumba, dans la province Tanganyika, en RDC, doit faire face à un problème croissant de pollution des cours d'eau environnants, pollution liée aux activités d'orpaillage artisanal en plein développement. L'eau est devenue impropre à la consommation humaine et animale et ne peut plus être utilisée en agriculture non plus. Face à cette situation, un sentiment de colère et d'impuissance grandit au sein de la population, d'autant plus que les autorités locales semblent totalement sourdes à leurs revendications.





Un groupe d'activistes, dont vous faites partie, membres de la société civile locale, a donc décidé, afin d'avoir des arguments concrets, d'objectiver la situation sanitaire de la région en faisant un ***recensement des zones d'orpaillage artisanal*** *et une* ***analyse de la qualité physico-chimique des cours d'eau*** *sur une dizaine de points d'échantillonnage. Une* ***carte*** *reprenant l'ensemble des informations collectées et des informations contextuelles a été réalisée également.*
Arrive le jour de la présentation des résultats de cette étude à la population et aux autorités. 2 heures avant la présentation, vous vous rendez compte qu'il serait intéressant d'ajouter quelques informations supplémentaires sur la carte. Vous recherchez donc le projet QGIS qui a été utilisé pour faire cette carte, mais, malheureusement, il est introuvable ! Catastrophe ! Vous allez donc devoir refaire la carte en utilisant les données de base utilisées dans la carte qui, elles, ont été retrouvées, de même qu'une version PDF de la carte initiale qui vous servira de guide pour la reconstruction de la carte dans QGIS.
Une fois que vous aurez reconstitué à l'identique la carte présentée dans le document PDF, vous pourrez y ajouter les éléments supplémentaires que vous avez en tête.

Pour ce faire, vous disposez, dans le dossier «…\DATA\11 Edition cartographique», des ***données*** *suivantes :*

- *« **CARTE CONGO.pdf** », la carte dont il est question, en format PDF (**Figure 58**)*
- *Dans le dossier « DATA », les fichiers à utiliser :*
  - *« AFRICA 4 COUNTRIES MAIN LAKES BORDER.shp », un shapefile de quelques grands lacs de la zone d'étude*
  - *« AFRICA 4 COUNTRIES.shp», un shapefile des 4 pays voisins de la zone d'étude*
  - *« AFRICA COUNTRIES.shp», un shapefile des pays africains*
  - *« ECHANTILLONAGE.shp», un shapefile identifiant les points d'échantillonnage pour les analyses d'eau. La table d'attributs de ce shapefile contient les informations suivantes qui peuvent être utilisées pour afficher sur la carte des **diagrammes en bâtonnets**, et, via des « **étiquettes** », les valeurs des*

paramètres mesurés :

- *« TURBIDITE » : la turbidité de l'eau en « Unités de Turbidité Néphalométriques » (UTN) (UTN < 5 → eau claire, 5 < UTN < 30 → eau légèrement trouble, UTN > 50 → eau trouble). Varie entre [25 et 75] dans ce cas.*
- *« METHILHg » : le méthylmercure dissous dans l'eau en ng/l (0.01 à 0.05 = eau naturelle ; 0.05 à 0.5 = eau légèrement à moyennement polluée)*
- *« HgTotal » : le mercure total dans l'eau en ng/l (1 à 20 = eau naturelle ; 20 à 100 000 = pollution moyenne ; 100 000 à 1 000 000 = pollution importante.*
- *« MethHgBAR » : 1000 * « METHILHg ». Calcul réalisé pour avoir un ordre de grandeur des valeurs comparable aux autres paramètres à représenter dans les diagrammes. Varie entre [30 et 150] dans ce cas.*
- *« HgTotBAR » : 10 * log10(« HgTotal »). Calcul réalisé pour avoir un ordre de grandeur des valeurs comparable aux autres paramètres à représenter dans les diagrammes. Varie entre [13 et 56] dans ce cas.*

- *« Google_Satellite_Image_Local.tif », une image satellite de la zone issue du service Google Satellite, accessible également via internet et l'extension de QGIS « OpenLayers plugin > Google Satellite »*
- *« LOGO ACE.PNG », le logo de votre groupe d'activistes*
- *« ORPAILLAGE PICTURE 1.jpg » et « ORPAILLAGE PICTURE 2.jpg », 2 photos prises dans la zone d'étude*
- *« RDC.shp », un shapefile de la RDC*
- *« RIVIERES.shp », un shapefile des principales rivières de la zone. La table d'attributs de ce shapefile contient un champ « ORDRE » qui permet d'utiliser une symbologie de type « Gradué » proportionnelle à l'ordre des cours d'eau.*
- *« RIVIERES_LEGENDE.shp », le même shapefile mais qui peut être utilisé pour la création d'une légende simplifiée (un symbole unique)*
- *« SITES DE CREUSEMENT.shp », un shapefile identifiant les sites d'orpaillage qui sont actifs et ceux qui ne le sont plus (champ de la table d'attributs « ACTIVITE »)*
- *« VILLAGES.shp », un shapefile identifiant les principaux villages de la région. Dans la table d'attributs, le champ « VILLAGE » correspond aux noms des villages, et le champ « DEMOGRAPHI » à la démographie des villages. Ce dernier champ peut être utilisé, à travers une symbologie de type « Gradué », pour représenter des symboles de villages de tailles proportionnelles à la démographie*
- *« VILLAGES_LEGENDE.shp », le même shapefile mais qui peut être utilisé pour la création d'une légende simplifiée (un symbole unique)*

Le système de coordonnées à utiliser dans ce projet est le « WGS 84, EPSG : 4326 » (tous les fichiers sont exprimés dans ce système).

*Les **indications** ci-dessous (section 6.17) vous aideront à réaliser cette carte.*

PS : vous remarquerez que le dossier « …\11 Edition cartographique\SOLUTION\ » contient

le projet QGIS « Edition cartographique RDC.qgs » qui contient lui-même le composeur d'impression nommé « CARTE CONGO » qui correspond à la mise en page finale de la carte. C'est le projet QGIS « introuvable » qui vous est donné à titre d'exemple et de solution si vous peinez à refaire la carte par vous-même en autonomie.

Remarque : un autre exemple de carte est donné en <u>Annexe 3</u>.

Contextualisation 9 : Orpaillage artisanal en République Démocratique du Congo et pollution des rivières

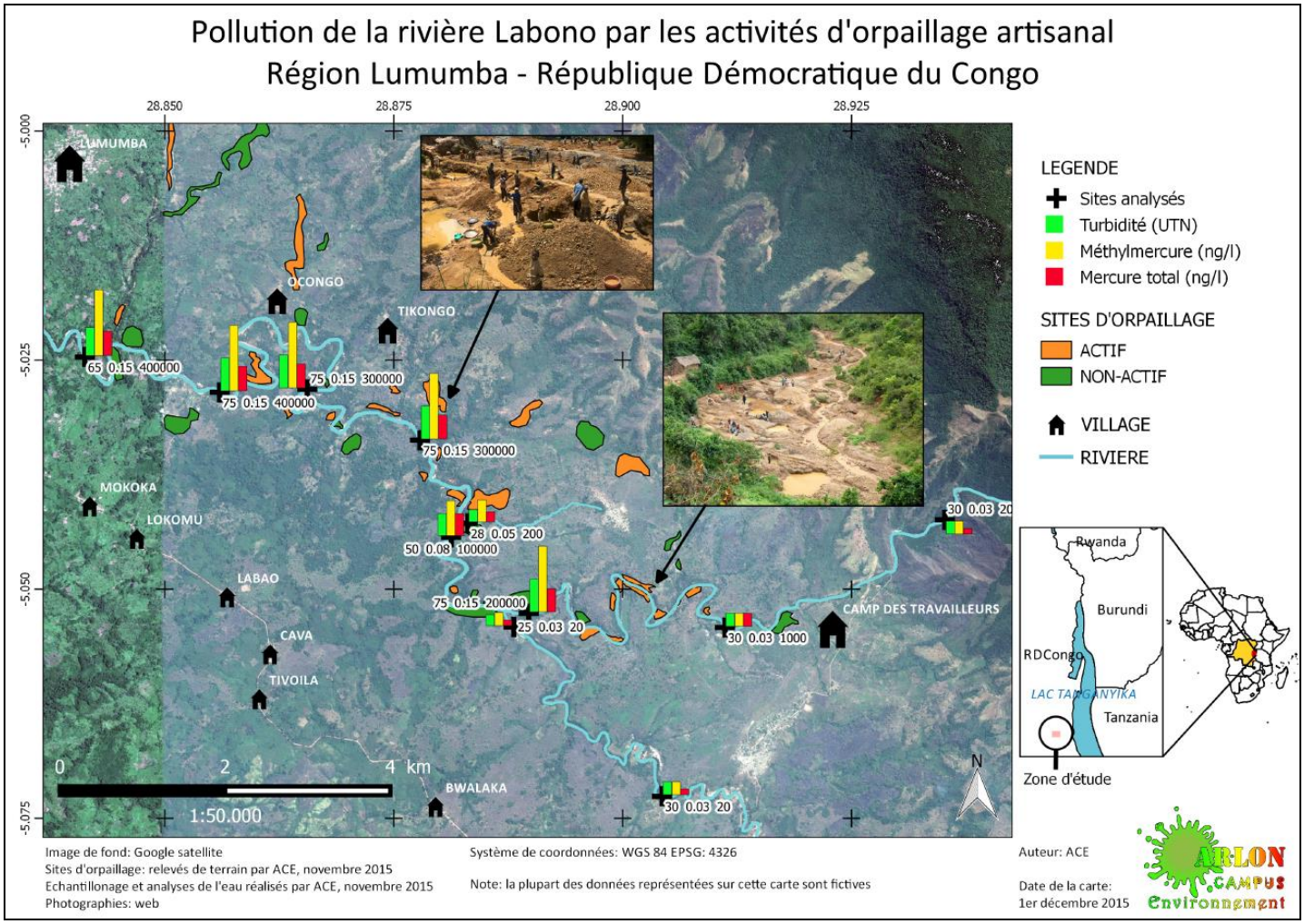


Figure 58 : Exemple de carte réalisée avec QGIS : cas de la contextualisation 9

6.17. Edition cartographique (réalisation de cartes)

La carte est un support particulièrement efficace pour communiquer les résultats de vos recherches. Elle permet en effet de synthétiser et de donner une vue d'ensemble sur une masse d'informations parfois considérable en un seul coup d'œil. Il est très important de veiller à ce qu'elle soit la plus lisible, attractive et « parlante » possible, afin que la personne qui lira votre carte puisse comprendre aisément ce que vous avez décidé d'y représenter.

6.17.1. Eléments indispensables sur une carte

<u>Toute carte doit comporter les éléments suivants :</u>

- Un titre
- Une échelle graphique (et accessoirement une échelle numérique)
- Une légende
- Une flèche indiquant le Nord
- Les informations relatives au système de coordonnées utilisé (Nom du système de coordonnées et datum,…)
- Une grille de géo-référencement ou graticule
- L'auteur (personne et / ou « Société »)
- La date de création de la carte
- Les sources et dates des données utilisées pour créer la carte

Auxquels vous pouvez ajouter, entre autres :

- Un rectangle d'emprise (« Empreinte »)
- Les références des cartes voisines (si votre carte fait partie d'un ensemble de cartes jointives)
- …

6.17.2. Le composeur d'impression

L'édition cartographique dans QGIS se réalise à l'aide d'un « Composeur d'impression ».

Un « Composeur d'impression » permet de réaliser et d'enregistrer la mise en page d'une et une seule carte. Si plusieurs variantes d'une même carte doivent être réalisées et sauvegardées, alors il faut créer plusieurs « Composeurs d'impression ».

Créez un nouveau composeur d'impression en utilisant le menu :

- Projet > Nouveau composeur d'impression
- Donnez un titre à votre composition dans la fenêtre qui apparait (si vous ne donnez pas de titre, un titre par défaut, « Composeur 1 », sera utilisé)

Un composeur d'impression vierge apparait.
La carte est réalisée en ajoutant une série d'éléments sur le composeur d'impression. Confer ci-dessous.

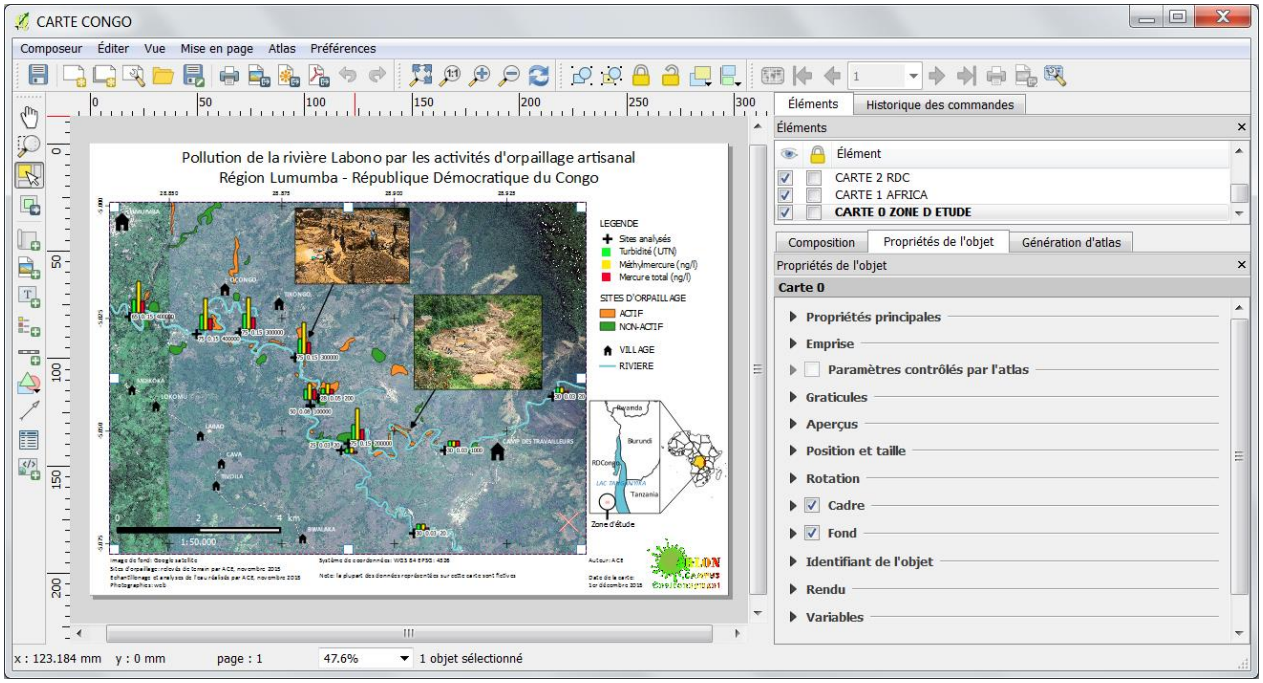


Figure 59 : Aperçu du « Composeur d'impression » de QGIS (avec la carte de la contextualisation 9 terminée)

6.17.3. Mode de mise en page « Portrait » ou « Paysage » et mises en page prédéfinies

La taille de la carte (A4, A3, etc) et le mode de mise en page « **Portrait** » ou « **Paysage** » (En : « Landscape ») peuvent être modifiés via le composeur d'impression :

- Menu « Composeur > Mise en page… » (semble ne pas fonctionner dans QGIS 2.12.2)
- Panneau « Composition > Taille de la page > … » (fonctionne)

6.17.4. Symbologie des données

La symbologie des données est un élément clef qui permet de représenter de manière plus intelligible les données dans une carte (pour une compréhension intuitive) à l'aide de **couleurs, de gradients ou palettes de couleurs, de symboles**, etc. L'utilisation d'**étiquettes** (En : labels) apporte souvent une information utile supplémentaire (nom ou type d'entité, valeurs liées aux entités, etc).

Pour avoir **accès à toutes les fonctionnalités de la symbologie** d'une couche,

- Cliquez-droit sur le nom de la couche
- Choisissez « Propriétés > Styles » (ou « Propriétés > Etiquettes » pour les étiquettes)
- Choisissez le type de symbologie le mieux adapté à vos données

Quelques exemples sont donnés dans les sections ci-dessous.

6.17.4.1. Symbologie d'un fichier vectoriel (point, ligne, polygone)

3 grands types de symbologie pour des vecteurs sont disponibles :

- **« Symbole unique »**
  - Applique la même symbologie à toutes les entités spatiales d'un fichier
- **« Catégorisé »**
  - Différencie des données de type catégoriel (du texte ou des chiffres correspondant à des codes ou des catégories)
- **« Gradué »**
  - Différencie des données de type quantitatif (des chiffres exprimant une grandeur) avec la possibilité de faire varier la « **taille** » (En : « size ») ou la « **couleur** » (En « color ») des entités en fonction de leurs valeurs.

Pour les types de symbologie « Catégorisé » et « Gradué », la **symbologie se base sur les informations contenues dans la table d'attributs**. Vous devez donc :

- **Définir la colonne** de la table d'attributs sur laquelle est basée la symbologie. Il sera parfois nécessaire de créer dans la table d'attributs les attributs sur lesquels se basera la symbologie (confer la section « 6.11.1.6 Editer la table d'attributs » page 91).
- Ne pas oublier de cliquer sur le bouton « **Classer** » qui permettra la création de la symbologie désirée.

Exemples de symbologie vectorielle :

- Un gradient de couleurs appliqué aux pays du monde en fonction des valeurs de leur Indice de Développement Humain (IDH) ou de leur démographie (**symbologie de type** « **Gradué** » faisant varier la **couleur**)
- Une épaisseur de trait variable exprimant l'importance relative de différents cours d'eau en fonction de leur « ordre » dans un réseau hydrographique (**symbologie de type** « **Gradué** » faisant varier la **taille**)
- Une palette de couleurs différenciant des classes d'occupation du sol (symbologie de type « **Catégorisée** » faisant varier la **couleur**)
- Des **symboles** correspondants aux lieux représentés: arbre remarquable, point d'eau, pont, aéroport,… (symbologie de type « **Catégorisée** » faisant varier un **symbole** et/ou sa **taille,** et/ou sa **couleur**)

Sauvegarde et réutilisation de la symbologie d'un fichier vectoriel :
Il est possible de **sauvegarder** la symbologie d'un fichier vectoriel dans un fichier spécifique dont l'extension est « **.qml** ». Pour ce faire, après avoir établi la symbologie désiré pour un fichier vectoriel donné,

- « Cliquez-droit sur la couche > Propriétés > Style > bouton « Style » (tout en bas de la fenêtre) > Enregistrer le style > Fichier de style de couche QGIS > Naviguez vers le répertoire où enregistrer le fichier de style > le nommer > Enregistrer > OK »

Une fois sauvegardée, une symbologie peut être **rappelée et réutilisée** pour d'autres fichiers possédant les informations suffisantes que pour appliquer cette symbologie (la colonne de la table d'attributs sur laquelle se base la symbologie). Pour ce faire,

- « Cliquez-droit sur la couche > Propriétés > Style > bouton « Style » (tout en bas de la fenêtre) > Charger le style > Naviguez vers le répertoire où se trouve le fichier de style à utiliser > le sélectionner > Ouvrir > OK »

6.17.4.2. Symbologie d'un fichier matriciel

Les possibilités de symbologie d'un fichier matriciel sont présentées dans la section « 6.14.1 Symbologie d'un raster » page 123.

6.17.5. Diagrammes (camembert, histogramme, texte)

Des diagrammes de types « camembert », « textuel » ou « histogramme » peuvent être superposés à une couche vectorielle et créés sur base des informations de la table d'attributs (Figure 60).

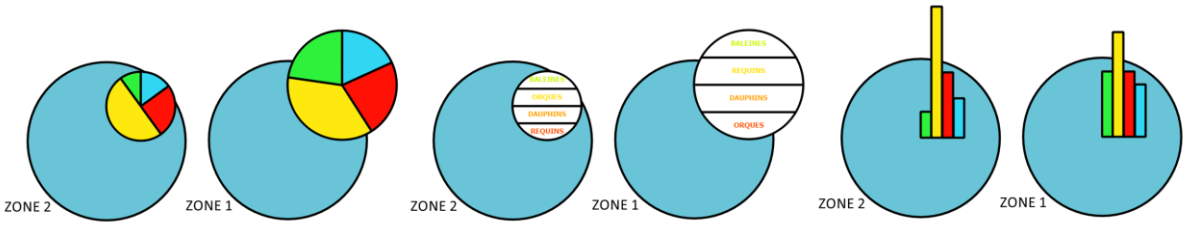


Figure 60 : Exemples des diagrammes réalisables dans QGIS : camembert, texte, histogramme (cas pour 2 zones d'étude circulaires dans l'océan (en bleu))

Pour créer un diagramme :

- Cliquez droit sur la couche vectorielle à partir de laquelle vous désirez créer un diagramme > Propriétés > Diagrammes
- Cochez « Montrer les diagrammes pour cette couche »
- Choisissez le type de diagramme dans le menu déroulant (camembert, texte, histogramme)
- Dans le menu « Attributs », choisissez les colonnes de la table d'attributs que vous désirez utiliser pour la réalisation des diagrammes
    - Sélectionnez les noms de colonnes désirées et cliquez sur le bouton d'ajout
- Dans le menu « Taille » choisissez une des 2 options :
    - « Taille fixe » (non disponible pour les histogrammes) : tous les diagrammes auront la même taille
    - « Pondéré par la taille » : la taille des diagrammes varient en fonction des valeurs d'une colonne de la table d'attributs.
        - Choisissez la colonne d'intérêt
        - Définissez la « Valeur maximale » facilement en cliquant sur le bouton « Trouver ». Ce paramètre est très important. Il est utilisé pour définir la taille maximale des diagrammes et pour mettre à l'échelle linéairement tous les diagrammes sur base de cette valeur maximale.
- Modifiez au besoin les autres paramètres des diagrammes (apparence, taille, emplacement, etc).

Affichage sur le diagramme des valeurs utilisées pour créer les diagrammes:

- Il n'est pas possible d'afficher ces valeurs directement sur le diagramme via le menu de création des diagrammes
- Une solution alternative, mais pas toujours très élégante, est d'afficher ces valeurs via l'**ajout d'étiquettes multiples** (confer aussi section 6.17.6 ci-dessous), à l'aide, par exemple, dans le menu d'ajout des étiquettes, d'une formule comme « "champ1" || ' ' || "champ2" || ' ' || "champ3" » qui affichera les valeurs des colonnes "champ1", "champ2", "champ3" séparées (||) par des espaces (' '). Un exemple est donné dans la Figure 58, page 146 (affichage sous forme d'étiquettes sous les diagrammes des 3 valeurs de 3 paramètres de qualité de l'eau mesurés pour chaque point d'échantillonnage).

6.17.6. Etiqueter les données (Fr « étiquette », En : « labels »)

L'étiquetage des données vous permet d'afficher pour chaque entité spatiale (exemple : chaque département d'un pays), un attribut qui lui est associé dans la table d'attributs (exemple : le nom du département).
L'étiquetage d'une couche se fait :

- Dans l'interface principale de QGIS, dans le panneau « Couches »,
- Cliquez-droit sur le nom de la couche que vous voulez étiqueter > Propriétés > Etiquettes
- Cochez « Etiqueter cette couche avec » et choisissez dans le menu déroulant le nom de la colonne de la table d'attributs de la couche sélectionnée que vous désirez utiliser pour l'étiquetage.
- (Rem : il est possible d'utiliser un étiquetage complexe faisant intervenir par exemple différentes colonnes à l'aide du bouton « epsilon » à côté du menu déroulant. Confer l'exemple ci-dessus dans la section 6.17.5)
- Le texte des étiquettes peut être formaté (police, couleur, taille, tampon, fond, ombre, emplacement, etc) à l'aide des options de ce menu « Etiquettes »

La taille de l'étiquette et des éléments qui lui sont attachés sont indépendants de l'échelle d'affichage.

6.17.7. Insérer la position des éléments géographiques sur la carte

Pour définir l'endroit de la carte où seront positionnés les éléments géographiques de la carte (la représentation des informations spatiale en tant que telles),

- Cliquez sur « Mise en page > Ajouter une Carte »
- Cliquez gauche à l'endroit où vous désirez positionner un coin de la carte, et, sans relâcher le clic gauche, déplacez le curseur jusqu'au coin opposé de la carte souhaitée. Relâchez ensuite le clic gauche.

Les éléments géographiques apparaissent sur la zone définie tels qu'ils sont affichés dans l'interface principale de QGIS.

La taille et la forme de cette zone sont modifiables en cliquant sur un des coins de la zone et en modifiant la position de ce coin.

La position de cette zone est modifiable via le bouton « sélectionner / Déplacer un objet »  par simple « cliquer-déplacer ».

Pour supprimer cette zone, cliquez dessus et ensuite sur la touche de suppression (« Delete »).

6.17.8. Se déplacer sur « l'objet carte papier »

Les boutons permettant de se déplacer (zoom et glissement) sur « l'objet carte papier » sont :



6.17.9. Ajuster la zone géographique à cartographier et choisir l'échelle

Pour ajuster la zone géographique à cartographier, utilisez :

- La roulette de la souris pour zoome / dé-zoomer
- Le bouton « Déplacer le contenu de l'objet » 

L'échelle de la carte est modifiable via le panneau

- « Propriétés de l'objet > Propriétés principales > Echelle »

6.17.10. Insérer des objets cartographiques

Les objets cartographiques (flèche du Nord, légende, échelle, texte, etc) s'ajoutent via le menu :

- Mise en page > Ajouter… (choix de l'élément à ajouter)
- Positionnement de l'élément à l'endroit désiré avec la souris

Une fois que l'élément apparait sur la carte, il apparait dans le

- Panneau « Eléments »

Lorsque l'élément est sélectionné dans ce panneau ou sur la carte, **ses propriétés** (taille, position, style, type, couleur,…) sont modifiables via le

- Panneau « Propriétés de l'objet »

L'élément peut être déplacé interactivement avec la souris.

6.17.10.1. Insérer la légende

L'insertion d'une légende automatique se fait via le menu :

- Mise en page > Ajouter une Légende
- Positionnement de l'élément à l'endroit désiré avec la souris
- Modification de ses propriétés (texte, taille, couleur, police, etc) via le panneau « Propriétés de l'objet »

Les éléments de la légende correspondent par défaut à toutes les couches du projet QGIS, et ce qu'elles soient activées (visibles) ou désactivées (invisibles).

En particulier,

- L'option « Mise à jour auto » met à jour automatiquement la légende lors de l'ajout ou la suppression d'une couche dans l'interface principale de QGIS
- Afin de ne pas afficher dans la légende une couche présente dans le projet mais désactivée (invisible), il faut :
    - Désactiver la « Mise à jour auto »
    - Supprimer les couches non désirées dans la légende avec le bouton de suppression 
- L'ordre dans lequel apparaissent les différentes couches peut être modifié à l'aide des boutons 
- Le nom des couches peut être modifié dans la légende à l'aide du bouton 
- Le menu « Colonnes » permet d'arranger la légende sur plusieurs colonnes
- Plusieurs légendes distinctes peuvent être insérées

6.17.10.2. Insérer une échelle

L'insertion d'une **échelle graphique** et/ou d'une **échelle numérique** se fait via:

- Le menu « Mise en page > Ajouter une Echelle graphique »
- Positionnement de l'échelle à l'endroit désiré sur la carte avec la souris
- Modification des propriétés de l'échelle via le panneau « Propriétés de l'objet »
    - Pour obtenir une **échelle numérique**, choisissez « Propriétés de l'objet > Propriétés principales > Style > Numérique ». Les autres styles correspondent à des **échelles graphiques**.

2 paramètres sont particulièrement importants à régler correctement :

- **Unités :**
    - « Unités de la barre d'échelle » : le type de système de mesure à utiliser via l'unité correspondante: Unités de carte (par exemple des degrés), Mètres, Pied, Miles nautiques
    - « Multiplicateur des unités de l'étiquette » : le nombre (exemple : 1000) d'« Unités de la barre d'échelle » (exemple : mètres) nécessaires pour obtenir une unité de l'« Etiquette pour les unités » (exemple : kilomètre) (1000 m = 1 km)
    - « Etiquette pour les unités » : l'étiquette (En : label) qui sera affichée
- **Segments :**
    - Le paramètre « Largeur fixée » défini le nombre (exemple 500 000) d'« Unités de la barre d'échelle » (exemple : mètres) correspondant à une graduation de l'échelle numérique (exemple : 1 graduation = 500 000 mètres = 500 km)

Attention, si votre carte contient **plusieurs sous cartes** (ou « encarts cartographiques », confer section 6.17.13) utilisant des **échelles différentes**, veillez à paramétrer correctement la création de l'échelle, via la sélection de :

- Dans le panneau « Eléments », l' « Elément » <échelle graphique> à paramétrer
- Dans « Propriétés de l'objet > Propriétés principales > Carte », le nom de la carte ou « encart cartographique » à laquelle l'échelle se rapporte

Faites attention à ce que l'échelle présentée soit une « **échelle ronde** », pour en faciliter la lecture.

- Pour une **échelle graphique**, paramétrer « Propriétés de l'objet > Segments > Largeur fixée » avec une valeur ronde ou utiliser « … > Largeur ajustée au segment ». Il faut obtenir des étiquettes par exemple comme « 2000 m » ou « 50 km », et non comme « 810 m » ou « 42,31 km ».
- Pour une **échelle numérique**, ajuster votre « zoom » / « échelle » pour obtenir une valeur ronde, par exemple, 1/25 000 ou 1/100 000 et non 1/25 462 ou 1/99 985.

6.17.10.3. Insérer la flèche indiquant le Nord

L'insertion d'une flèche indiquant le Nord se fait via le menu :

- Mise en page > Ajouter une image
- Positionnement de l'élément à l'endroit désiré avec la souris

Seul un cadre indiquant la position de l'image est définit de la sorte.
Pour remplir ce cadre avec une image correspondant à une flèche du Nord :

- Sélectionnez ce cadre
- Allez dans le panneau « Propriétés de l'objet > Image > » et ensuite vous avez le choix entre :
    - > Propriétés principales > Source de l'image > … et naviguez vers le répertoire contenant l'image (la flèche du Nord) à utiliser. Des flèches du Nord sont disponibles dans un répertoire qui devrait ressembler à celui-ci : « C:\Program Files\QGIS Lyon\apps\qgis\svg\arrows ». Ensuite sélectionnez une image correspondant à une flèche du Nord parmi les images disponibles.
    - > Rechercher dans les répertoires > et sélectionnez l'image correspondant à une flèche du Nord parmi les images disponibles

Attention ! Cette image de flèche du Nord n'est pas synchronisée avec l'**orientation** de votre carte. L'orientation par défaut d'une carte consiste à mettre le Nord en direction du dessus de la carte. Si vous avez attribué à votre carte une orientation différente, il faudra faire attention à appliquer la même orientation à votre flèche du Nord. La modification de l'orientation se fait :

- Pour la carte : Panneau élément > sélection de l'élément carte et Panneau Propriétés de l'objet > Rotation de la carte
- Pour la flèche du Nord : sélection de la flèche > Panneau Propriétés de l'objet > Rotation

6.17.10.4. Insérer un titre, l'auteur, la date de création de la carte, les sources des données et le système de coordonnées

Tous ces éléments sont insérables via l'insertion de texte qui se fait via le menu :

- Mise en page > Ajouter une Etiquette
- Positionnement de l'élément à l'endroit désiré avec la souris
- Modification de ses propriétés (texte, taille, couleur, police, etc) via le panneau « Propriétés de l'objet »

Rem : il est possible d'insérer du texte sous forme de « **phylactère »** sur la carte via l'interface principale de QGIS (en dehors du composeur d'impression) via la barre d'outils « Attributs » et le bouton « Annotation de texte » .

6.17.11. Insérer une grille (ou graticule) et un cadre de géo-référencement

La grille de géo-référencement permet de localiser votre carte dans l'espace.
Pour ajouter une grille de géo-référencement :

- Sélectionnez dans le panneau « Eléments » l'élément carte sur lequel vous désirez ajouter une grille
- Dans le panneau « Propriétés de l'objet », ouvrez le menu « Graticules » et cliquez sur le bouton d'ajout d'une graticule 

Les paramètres de mise en page de la graticule deviennent actifs. Modifiez ces paramètres pour obtenir le résultat désiré. En particulier, choisissez :

- Le type de grille
- Le système de coordonnées
    - par défaut, le système de coordonnées et les unités utilisées sont celles du système de coordonnées de la carte sur laquelle la grille s'ajoute
    - il est cependant possible d'utiliser un autre système de coordonnées pour la graticule via le menu « SCR > sélection du système désiré » (recherche du système de coordonnées désiré par mots-clés)
- Unités et valeurs des intervalles
- Les propriétés du cadre du graticule
- Les propriétés de l'affichage des coordonnées (format, position, taille, couleur, précision, etc.)

6.17.12. Masquer automatiquement les zones de non intérêt

Il est parfois judicieux de ne représenter sur une carte qu'une zone bien déterminée, votre zone d'étude par exemple, zone qui peut avoir un contour irrégulier, et de masquer tout ce qui se trouve autour. Ceci peut se faire via la création d'un masque à l'aide de l'extension « Mask ».
Pour masquer automatiquement les zones de non intérêt, il suffit de :

- Avoir un shapefile de polygones contenant un ou plusieurs polygones correspondant à la zone d'intérêt (les limites de la zone d'étude par exemple) et l'ajouter dans le projet QGIS
- **Installer** l'extension « Mask » :
    - Menu « Extensions > Installer / Gérer les extensions > » (confer la section 6.2.7 page 33)
    - Sélectionner l'extension « Mask » et cliquez sur « Installer l'extension » (l'installation peut prendre quelques dizaines secondes).
    - Une fois installée, l'extension est disponible dans le menu « Extension > Mask » et comme un nouveau bouton  dans l'interface de QGIS.
- **Utiliser** l'extension « Mask » :

- Sélectionnez le ou les polygones qui correspondent à la zone d'intérêt (zone à ne pas masquer)
  - Par exemple :
    - Sélectionner la couche contenant ces polygones dans le panneau « Couches »
    - Sélectionner ces polygones interactivement avec l'outil de sélection (section 6.6 page 57)
- Cliquez sur « Extension > Mask > Créer un mask »
- Modifier les paramètres de création du masque, en particulier :
  - Créer un masque > Editer > méthode « Polygones inversés » : pour masquer tout sauf le ou les polygones sélectionnés
  - Créer un masque > Editer > menu « Rendu de la couche > Transparence de la couche » : à mettre à 0% si le masque doit masquer complètement (sans transparence).
- Créez le masque en cliquant sur « OK »

- Le masque s'ajoute comme une nouvelle couche dans le panneau « Couches » et peut être désactivé ou supprimé.

6.17.13. Utiliser des cartes multiples / encarts cartographiques

Il est souvent utile de localiser la carte principale, correspondant par exemple à une « petite » zone d'étude « spatialement restreinte », au sein d'une carte secondaire correspondant à une plus grande zone, par exemple une région, un pays, un continent, voire le monde. Pour ce faire, plusieurs cartes particulières (carte principale et carte secondaire) à des échelles différentes peuvent être représentées au sein d'une même carte générale (la carte générale reprenant l'ensemble des cartes particulières).

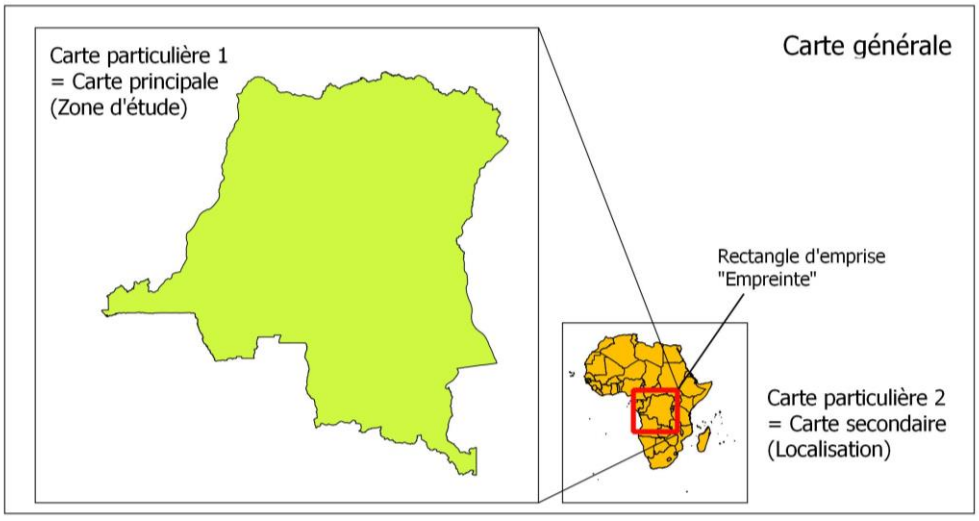


Figure 61 : Cartes multiples et rectangle d'emprise (« empreinte »)

Pour **ajouter une 2ème carte** particulière à la carte générale :

- Cliquez sur « Mise en page > Ajouter une Carte » et suivez la procédure décrite ci-dessus.
- Ajustez la zone géographique à cartographier et/ou choisissez l'échelle, comme indiquez ci-dessus.

Pour réaliser une « **empreinte » (« rectangle d'emprise »)** automatique de la carte principale (petite zone) dans la carte secondaire (grande zone),

- Sélectionnez « l'élément carte » de la carte secondaire (grande zone) dans laquelle vous voulez faire apparaitre l'empreinte de la carte principale (petite zone).
- Cliquez sur le panneau « Propriétés de l'objet » et ouvrez le menu « Aperçus »
- Cliquez sur le bouton d'ajout d'un aperçu 
- Cochez et ouvrez le menu « Afficher l'aperçu « Aperçu 1 » »
- Choisissez le « cadre de carte » contenant la carte principale (petite zone) dont vous voulez faire apparaitre l'empreinte dans la carte secondaire (grande zone) et modifiez éventuellement le style de cette empreinte.

L'empreinte de la carte principale (petite zone) apparait dans la carte secondaire (grande zone).

Attention, **lorsque plusieurs cartes sont affichées dans une carte**,

- Veillez à choisir le bon élément carte dans le panneau « Eléments » avant de faire des modifications sur cette carte particulière.
- L'étendue spatiale représentée dans chaque carte est indépendante des autres

6.17.14. Modifier la symbologie dans des cartes multiples

Lors de la modification de la symbologie de cartes particulières au sein d'une carte générale,

- Pensez à utiliser les 2 options dans le panneau « Propriétés de l'objet > Propriétés principales » d'un « Eléments » carte :
    - « Verrouiller les couches pour cette carte »
    - « Verrouiller le style des couches pour cette carte »

  Ce qui permettra de conserver la mise en page actuelle de la carte concernée même si, dans l'interface principale de QGIS (en dehors du composeur d'impression), certaines couches sont désactivées ou que leur style (couleur, etc) est changé.
- **Attention**, si vous désirez faire des **modifications** de symbologie de plusieurs cartes particulières au sein d'une même carte générale de manière **répétée**, par exemple, modifier une carte A, puis une carte B, puis à nouveau la carte A, etc, lorsque vous déverrouillerez la carte A pour sa 2ème modification de symbologie, la carte A va prendre automatiquement la symbologie appliquée dans la carte B et vous devrez donc recommencer la symbologie de la carte A. Pour éviter ce problème, vous pouvez :
    - Créer, dans l'interface principale de QGIS, **2 groupes de couches** (via le bouton ) dans le panneau « Couches »

  Un groupe de couches correspondra à une carte particulière.
    - Dans chaque groupe de couches, ajouter les couches nécessaires à la carte particulière associée, et utiliser la symbologie adéquate.
    - Lors de modifications successives de la symbologie, il suffira :
        - Dans l'interface principale de QGIS : d'activer le groupe de couches concerné et de désactiver l'autre
        - Dans le composeur d'impression : de déverrouiller la modification de la carte et de mettre à jour la carte particulière ciblée

6.17.15. Exporter une carte

Pour exporter votre carte depuis QGIS vers un format plus simple (JPEG, PDF,…) et communicable à d'autres personnes non-utilisateurs de QGIS,

- Utilisez, dans le composeur d'impression, les menus (au choix):
  - Composeur > Exporter comme Image…
  - Composeur > Exporter au format PDF…
- Choisissez le répertoire de sortie, le format, et nommez le fichier.

Remerciements

Julien Radoux, de l'Université Catholique de Louvain-La-Neuve, père spirituel de ce TP.

Nicolas Dex, des Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix de Namur.

Julien Minet, de l'Université de Liège, pour son listing de sites web spécialisés en web mapping.

Liste des figures

Figure 1 : Les 3 éléments constituant le noyau d'un SIG complet 13
Figure 2 : Types de données géographiques : Vecteur versus Matrice (Raster) 14
Figure 3 : Donnée géographique et table associée 15
Figure 4 : Présentation et organisation globale des principaux constituants et fonctionnalités de QGIS 17
Figure 5 : Page d'accueil du site web de QGIS 18
Figure 6 : Présentation et description des programmes s'installant sur le bureau de l'ordinateur avec QGIS 20
Figure 7 : Interface du « Navigateur QGIS » et aperçu des différents types de fichiers 25
Figure 8 : Signification des extensions des différents fichiers constituants un fichier de données géographiques 26
Figure 9 : Structure de l'interface de QGIS 29
Figure 10 : Fenêtre de l'outil « Zoom To Coordinates » 30
Figure 11 : Fenêtre de définition de l'échelle de visibilité pour les couches sélectionnées 32
Figure 12 : Barre d'outils « Contrôle des couches » pour ajouter des données dans QGIS 44
Figure 13 : Fenêtre d'importation de données ponctuelles XY à partir d'un tableur Excel 46
Figure 14 : Fenêtre de création d'une couche depuis un fichier texte délimité (CSV) 47
Figure 15 : Fenêtre « Ajouter des couches d'un serveur WM(T)S » 52
Figure 16 : Fenêtre de création d'une nouvelle connexion WMS 53
Figure 17 : Fenêtre d'ajout des couches d'un serveur WM(T)S 53
Figure 18 : Fenêtre de « sélection par expression » ou « sélection par attribut » 59
Figure 19 : Fenêtre de « sélection par requête spatiale » avant et après l'application de la requête. . 60
Figure 20 : Schéma des opérations de l'exercice « Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre du Mali » 65
Figure 21 : Mécanisme général de jointure 66
Figure 22 : Mécanisme de jointure basée sur un attribut commun à 2 tables 67
Figure 23 : Fenêtre d'ajout d'une jointure vectorielle (jointure par attribut) 68
Figure 24 : Fenêtre de jointure spatiale via l'extension NNJoin 71
Figure 25 : Fenêtre d'ajout d'une relation 72
Figure 26 : Outil « Group Stats » : 2 méthodes d'utilisation donnant le même résultat 74
Figure 27 : Outil « Group Stats » avec utilisation de « Columns » pour classer les résultats du calcul . 75
Figure 28 : Outil « Statist » : exemple de résultat de calcul 77
Figure 29 : paramétrage des scripts R « ggplot scatterplot.rsx » et « R SCRIPT ggplot scatterplot modified.rsx » 79
Figure 30 : Graphiques obtenus avec l'outil « ggplot scatterplot » (un script « R » utilisable dans QGIS) 79
Figure 31 : Calculatrice de champ : exemple de calcul inter-colonne dans un nouveau champ 82
Figure 32 : Calculatrice de champ : exemple de calcul de la superficie de polygones 84
Figure 33 : Exemples de centroïdes de polygones (en rouge) et de lignes (en vert) 84
Figure 34 : Plan d'aménagement du territoire réalisé via un atelier de SIG participatif communautaire dans le village d'Akbar sur l'île de Basilan aux Philippines et aperçu du village 86
Figure 35 : Fenêtre de réglage des options de numérisation (création, édition, accrochage,…) 90
Figure 36 : Fenêtre de réglage des options d'accrochage 91
Figure 37 : Fenêtre de création d'une nouvelle couche vecteur (shapefile) 94

Figure 38 : Géoréférenceur : donnée de référence (à gauche) et donnée à géoréférencer avec les points de contrôle (à droite) 99
Figure 39 : Fenêtre de saisie des coordonnées des points de contrôle lors du géoréférencement (coordonnées en Degrés Décimaux) 100
Figure 40 : Fenêtre des paramètres de transformation à utiliser en fin de procédure de géoréférencement 102
Figure 41 : Interfaces « avancée » et « simple » de la « Boite à outils de traitements » de QGIS 107
Figure 42 : Boîte à outils de traitements : les différentes applications disponibles 108
Figure 43 : Outils de traitement : fenêtre d'activation des applications 113
Figure 44 : Boite à outils de traitements : exemple de recherche d'un outil : le cas d'un outil de création de zones tampon 114
Figure 45 : Fenêtre de création de zones tampon de l'outil « Tampon(s) » de QGIS 115
Figure 46 : Fenêtre de l'outil « Intersection » de QGIS 116
Figure 47 : « Modeleur graphique de traitements » : exemple pour un modèle qui crée une couche vectorielle contenant des bassins versants basés sur un MNE et une valeur de seuil 117
Figure 48 : Schéma des opérations à réaliser pour la création d'un raster exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain 120
Figure 49 : Options de symbologie d'un raster via le menu « Clic-droit > Propriétés > Style » du raster 123
Figure 50 : Fenêtre de création de « Palette de couleurs graduées » pour raster 125
Figure 51 : Fenêtre « Extension d'interpolation » de QGIS 127
Figure 52 : Fenêtre de création d'un raster de pentes à partir d'un raster d'altitude 129
Figure 53 : Exemple de fichier texte de reclassification pour l'outil « r.reclass » des commandes GRASS 131
Figure 54 : Outil « r.reclass » de l'application tierce GRASS 132
Figure 55 : « Calculatrice Raster » : exemple de calcul multi-raster 133
Figure 56 : Schéma des opérations pour la délimitation d'un bassin versant à partir d'un MNT 136
Figure 57 : Répertoire à utiliser pour l'exercice sur le mode d'enregistrement en chemin relatif et absolu des projets QGIS 141
Figure 58 : Exemple de carte réalisée avec QGIS : cas de la contextualisation 9 146
Figure 59 : Aperçu du « Composeur d'impression » de QGIS (avec la carte de la contextualisation 9 terminée) 148
Figure 60 : Exemples des diagrammes réalisables dans QGIS : camembert, texte, histogramme (cas pour 2 zones d'étude circulaires dans l'océan (en bleu)) 150
Figure 61 : Cartes multiples et rectangle d'emprise (« empreinte ») 156
Figure 62 : Outils fréquemment utilisés dans QGIS 165
Figure 63 : Carte d'occupation du sol d'une partie d'une île aux Philippines 166

Liste des annexes

Annexe 1 - Les 11 commandements pour utiliser correctement QGIS 163
Annexe 2 - Outils fréquemment utilisés dans QGIS 165
Annexe 3 - Exemple de carte d'occupation du sol 166
Annexe 4 - Fiche technique pour l'importation de points XY (GPS par exemple) dans QGIS à partir d'un tableur 167
Annexe 5 - Descriptions et sources des données utilisées dans ce manuel 169
Annexe 6 - Sites internet SIG intéressants 171
Annexe 7 - Conseils pour mener à bien une campagne de terrain avec utilisation de GPS . 173

Annexe 1 - Les 11 commandements pour utiliser correctement QGIS

1. Concernant l'**organisation et l'enregistrement de vos données**, il est conseillé de :
   - Enregistrer toutes vos données (projet QGIS, données géographiques, etc) **dans un même dossier** (qui peut contenir des sous dossiers) afin d'avoir une vision claire de l'organisation vos données et d'en faciliter la manipulation éventuelle (envoi de projet QGIS à un collègue,…)
   - Enregistrer toujours votre projet en **«chemin relatif »** si vous comptez partager votre projet avec d'autres personnes ou simplement déplacer le projet vers un autre dossier ou ordinateur
2. **Lors de la manipulation (déplacer, copier, coller)** des fichiers géographiques dans l'explorateur Windows, faites très attention à ne pas oublier un « sous fichier » : à « 1 » fichier de données géographiques correspondent plusieurs fichiers dans l'explorateur Windows (confer section 6.1.3 page 26). Pour **renommer** un fichier, il vaut mieux le faire via une exportation dans QGIS Desktop (clic-droit sur la couche > Enregistrer sous…)
3. Concernant les **systèmes de coordonnées** :
   - Toujours identifier le système de coordonnées le plus adéquat pour votre zone d'étude, en fonction de la zone géographique mais aussi en fonction des données existantes et du système de coordonnées dans lequel elles sont exprimées
   - Lors de la création d'un nouveau projet QGIS, toujours vérifier, et changer le cas échéant, le système de coordonnées du projet QGIS (confer section 6.3.2 page 37)
   - Lors de l'importation de nouveaux fichiers, toujours vérifier le système de coordonnées, et si celui-ci est manquant ou faux, le définir (à condition de savoir dans quel système est votre fichier) (confer section 6.3.4 page 40)
4. Concernant **l'affichage d'éléments** (confer section 6.2.6 page 32):
   - Lorsqu'une **fenêtre** (un panneau) disparait, vous pouvez la (le) faire réapparaitre via le menu « Vue > Panneaux » dans la barre de menu principale de QGIS en sélectionnant la fenêtre à faire apparaitre
   - Pour faire apparaitre une **barre d'outils**, utilisez le menu « Vue > Barres d'outils » et sélectionnez-la
5. Certaines fonctionnalités/outils de QGIS sous soumises à **l'installation et l'activation d'une « extension »** (En : « plugin »). Cette **installation / activation** se fait via le menu « Extension > Installer/Gérer les extensions » (confer section 6.2.7 page 33)
6. Après avoir travaillé avec une sélection, il vaut mieux **tout désélectionner** à l'aide du bouton «  » afin de ne pas réaliser les opérations suivantes sur une sélection non désirée (confer section 6.6 page 57)
7. Pour **sauvegarder une jointure dans un nouveau fichier indépendant**, exportez la couche cible contenant le joint dans un nouveau fichier (clic-droit sur la couche à exporter > Enregistrer sous… >) (confer section 6.9.1 page 66)
8. Il est souvent préférable, et parfois obligatoire, en fonction des outils utilisés, et pour leur bon fonctionnement, que les différentes couches à faire interagir soient exprimées dans un même système de coordonnées, parfois projetées, parfois utilisant une unité linéaire précise (par exemple des mètres, des feet,…). De plus il est parfois nécessaire que le système de coordonnées du projet soit également le même. Tout dépend des

nécessités de l'outil utilisé. (Confer par exemple les sections 6.13.5.2 et 6.15.1, pages 116 et 135)

9. Lors de la réalisation d'une **carte,** n'oubliez pas d'y insérer tous les **éléments indispensables** (titre, échelle, légende, source et date des données, flèche du Nord, auteur et date de création de la carte, système de coordonnées, grille de géoréférencement) (confer section 6.17 page 147)
10. Un **« clic droit »** (sur le nom de la couche dans le panneau « Couches » ou ailleurs) vous donnera souvent accès à des fonctionnalités utiles
11. Lorsque vous réalisez une opération, **vérifiez** toujours **à posteriori** si **le résultat** fourni par le logiciel correspond bien à ce que vous pensiez faire

Annexe 2 - Outils fréquemment utilisés dans QGIS

(Lien vers la section « 6.13 Utiliser des outils de géotraitement », page 106)

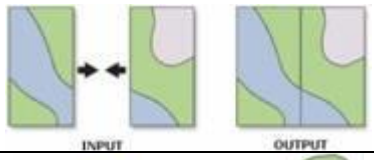
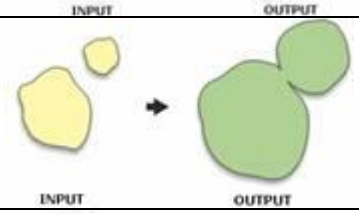
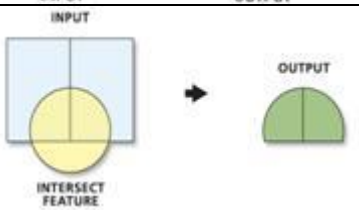
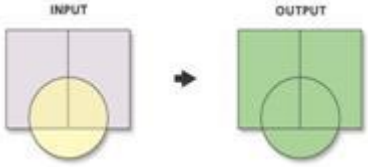
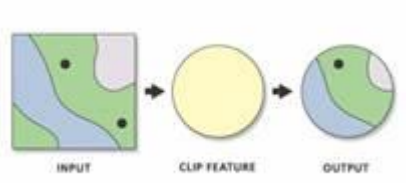
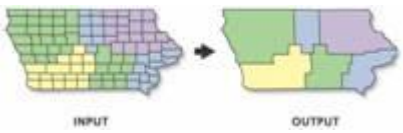
Nom de l'Outil	Utilité de l'outil	Schéma	Menu d'accès dans QGIS
Fusion (En: Merge)	Fusion des entités spatiales de plusieurs fichiers dans 1 fichier		Vecteur > Outils de géotraitement
Tampon (En: Buffer)	Création d'une zone tampon autour d'une entité spatiale		Vecteur > Outils de gestion de données
Intersection (En: Intersect)	Intersection de deux fichiers de formes		
Union (En: Union)	Union de deux fichiers de formes		
Découpage (En: Clip)	Extraction des entités « input » qui superposent l'entité de coupe (« Clip Feature »)		
Regrouper (En: Dissolve)	Agrégation d'entités spatiales sur base d'un attribut spécifié.		

Figure 62 : Outils fréquemment utilisés dans QGIS
(Source des illustrations : documentation ArcGIS)

Annexe 3 - Exemple de carte d'occupation du sol

(Lien vers la section « 6.17 Edition cartographique (réalisation de cartes) » page 147)

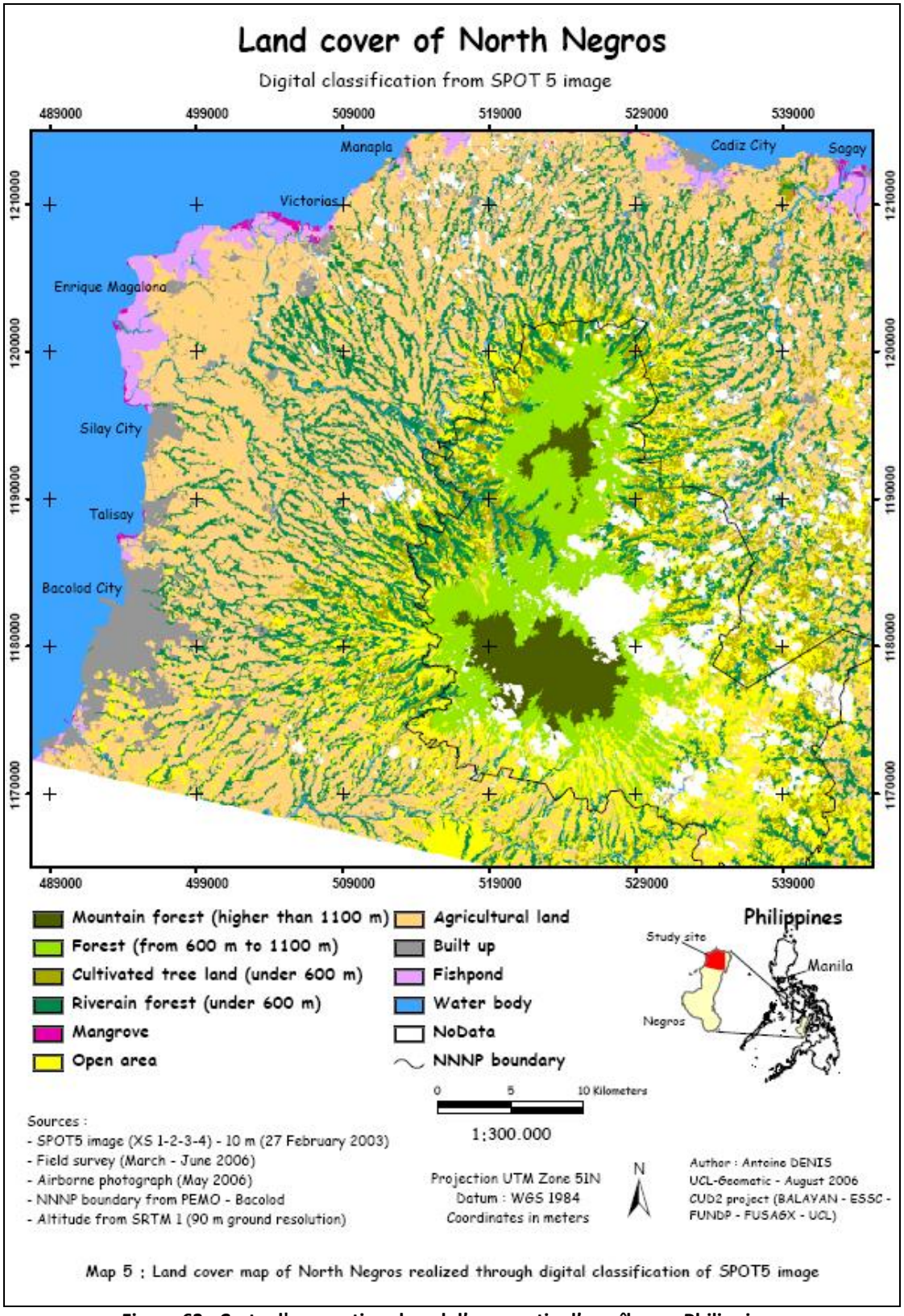


Figure 63 : Carte d'occupation du sol d'une partie d'une île aux Philippines

Annexe 4 - Fiche technique pour l'importation de points XY (GPS par exemple) dans QGIS à partir d'un tableur

(Lien vers la section « 6.4.2 Ajouter des données ponctuelles XY (GPS par exemple) », page 45)

Remarque préliminaire:

- Il est normalement possible d'importer les données d'un GPS (points, lignes, polygones, points d'intérêt, itinéraires, tracks) automatiquement dans QGIS dans le format « shapefile » avec un logiciel permettant le transfert des données, comme par exemple le logiciel « DNRGPS » http://www.dnr.state.mn.us/mis/gis/DNRGPS/DNRGPS.html. QGIS possède également l'extension « Outils GPS » qui devrait permettre le transfert de données GPS. Voyez à ce sujet ce que propose les sites web suivants :
  - http://blog.geospex.com/archives/2452
  - http://www.ncsu-feop.org/DE/archive/2012/2012-09/McCarter-GIS-GPS_3-Slides.pdf
- Cependant il peut arriver que les points GPS aient été retranscrits dans un cahier de terrain et que vous ne possédiez plus que ces notes. Vous devrez donc encoder ces informations dans un tableur (par exemple dans « Excel ») et suivre les 4 étapes ci-dessous pour l'importation de ces points dans QGIS.

1. Analyse de vos données ponctuelles dans le tableur

Vous devez connaitre ou identifier :

- Le **système de coordonnées** dans lequel vos points sont exprimés. L'opérateur qui a fait les relevés GPS doit posséder cette information en principe. En général, par défaut, le GPS enregistre les points dans le système de coordonnées géographiques « WGS84 ». Mais il faut s'en assurer, sinon leur position ne sera peut-être pas bonne. Il est généralement possible de vérifier la configuration du GPS après la collecte des données ou dans les fichiers GPS enregistrés.
- Les **unités utilisées**. Cela peut être par exemple, des mètres, kilomètres, degrés-minutes-secondes (DMS) ou degrés décimaux (DD), etc

Il faut que le système de coordonnées de vos points soit compatible avec QGIS. C'est le cas la plupart du temps. Sinon il faut convertir vos coordonnées. Il existe toute une série de petits logiciels gratuits sur le web pour réaliser des conversions de coordonnées d'un système vers un autre. A vous de chercher le logiciel qui pourrait vous aider.

Si vos coordonnées sont exprimées en **« Degrés-Minutes-Secondes » (DMS)**, il sera probablement plus pratique de les **convertir en « Degrés Décimaux » (DD)** avant de les importer dans QGIS. Un exemple du calcul de conversion à réaliser est donné ci-dessous :

Degrés	Minutes	Secondes
45	25	55
	Il y a 60 minutes dans 1 degré	Il y a 3600 secondes dans 1 degré

Conversion en DD ⇨

Degrés décimaux (DD)
= 45 + (25/60) + (55/3600) = 45.532 degrés décimaux

De plus, selon la localisation de votre zone d'étude, vous devrez identifier si vous travaillez dans **l'hémisphère nord ou sud**.

2. Organisation de vos données dans le tableur

Il est conseillé, pour éviter tout problème, d'organiser vos données d'une manière similaire à ce qui est décrit ci-dessous :

- 1ère ligne = nom des colonnes, par exemple :
  - X ou longitude
  - Y ou latitude
  - Z ou altitude
  - Obsevration 1
  - Observation 2
  - Etc
- Le nom des colonnes doit être simple :
  - Pas d'espace
  - Pas de caractères spéciaux (% , / - etc)
  - Nom court
- Les **lignes suivantes** doivent contenir les valeurs de manière continue (pas de ligne vide)

L'**exemple** suivant vous donne les coordonnées en mètres (dans le système de coordonnées Lambert belge 72) de quelques stations météo belges. Exemple à partir duquel vous pouvez tenter l'exercice d'importation dans QGIS :

- La table 1 est exemple correcte
- La table 2 est un exemple de ce qu'il ne faut pas faire, avec en rouge les « erreurs »

Table 1

STATION	X	Y
Station 1	254950	42327
Station 2	256446	28543
Station 3	253784	29016

Table 2

STATION météo	X (m)	Y (m)
Ligne en trop		
Station 1	254950	42327
Station 2	256446	28543
Station 3	253784	29016

3. Importation de vos données GPS dans QGIS à partir d'Excel

Référez-vous à la section 6.4.2 page 45 et en particulier à la section 6.4.2.1 page 46.

4. Contrôle du résultat

Vous devrez toujours contrôler le résultat obtenu. Ceci peut se faire :

- Par comparaison du positionnement de vos points GPS par rapport à d'autres données de références, par exemple un shapefile de limites administratives, etc
- Par vérification de la logique du positionnement de vos points par rapport aux coordonnées : par exemple, dans l'hémisphère nord, si un point « a » a une valeur de latitude (Y) plus grande que celle du point « b », le point « a » devra se situer au-dessus (plus au Nord) du point « b »

Annexe 5 - Descriptions et sources des données utilisées dans ce manuel

Nom du fichier	Description	Source
AFRICA 4 COUNTRIES MAIN LAKES BORDER.shp	Quelques grands lacs frontaliers avec la RDC	http://www.diva-gis.org/Data
Africa_countries_only.shp	Pays d'Afrique	Dérivé de « countries_shp »
AKBAR Basilan Island Philippines SIG_P_Community map.png	Carte d'aménagement du territoire de l'île Basilan aux Philippines	Créé
AKBAR_Community map_GEOREF.tif	Carte « AKBAR Basilan Island Philippines SIG_P_Community map.png » géoréférencée	Créé
ASTGTM2_N19W073074_dem.tif	Modèle Numérique de Terrain (MNT) d'une région en Haïti	http ://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/
ASTGTM2_S09W056_dem_clip_m.tif	Modèle Numérique de Terrain (MNT) d'une région au Brésil	
Basilan windmill project.shp	Localisation de projets éoliens aux Philippines	Créé
Cotton_parcel_Yanle.shp	Parcelles de coton d'un village au Mali	Fictif
countries_shp.shp	Pays du monde	http://www.diva-gis.org/Data
ECHANTILLONAGE.shp	Zones d'échantillonnage pour analyse d'eau	Créé
Excel sheet.xls	Exemple de feuille Excel	Créé
GAB_satellite_trimmed.tif	Image satellite du Gabon	http://www.maplibrary.org
Google_Satellite_Image_Local.tif	Image satellite sur une zone en RDC	Google satellite
guat_lucp.jpg	Carte écologique du Guatemala	http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/esdb_archive/eudasm/latinamerica/maps/guat_lucp.htm
Haiti.shp	Frontières d'Haïti	Dérivé de « countries_shp »
India_population_per_district.shp	Population indienne par district d'Inde	http://www.diva-gis.org/datadown complété à l'aide de : http ://en.wikipedia.org/wiki/List_of_districts_in_India_by_population
Indus_downstream_Tarbela_Dam_10km_buffer.shp	Zone tampon de 10 km de part et d'autre du fleuve Indus en aval du barrage de Tarbela au Pakistan	Dérivé de « 10m_river_lake_centerlines.shp »
Line_Features.shp	Réseau hydrographique imaginaire de Tasmanie	Créé
MALI.shp	Mali	Dérivé de « countries_shp"
NuclearReactors2011.lyr	Fichier de symbologie associé à «NuclearReactors2011.shp»	Créé
NuclearReactors2011.shp	Nuclear power stations around the world in 2011	http://www.sharegeo.ac.uk/handle/10672/202 Fichier simplifié par rapport à l'original.
Personal Geodatabase.mdb	Exemple de géodatabase	Créé
Point_Features.shp	Points imaginaires en Tasmanie	Créé
Points of interest of this course.shp	Localisation des exercices de ce TP SIG sur la carte du monde	Créé
Polygone_Features.shp	Polygones imaginaires dans la mer de Tasmanie	Créé
Populated_places_PAKISTAN.xls	Principales zones peuplées du Pakistan	Dérivé de « 10m_populated_places.shp »
Rivers	Raster établissant la proximité du réseau hydrographique de « Paraisoverde » dans la	Créé

	forêt brésilienne	
Rivers.shp	Approximation du réseau hydrographique de « Paraisoverde » dans la forêt brésilienne	Créé
Rivers of Eritrea AFRICOVER.shp	Réseau hydrographique d'Erythée	http ://www.fao.org/geonetwork/
RIVIERES.shp et RIVIERES_LEGENDE.shp	Réseau hydrologique sur une zone en RDC	Créé
Soil survey.lyr	Fichier de symbologie associé à « Soil survey.shp »	Créé
SITES DE CREUSEMENT.shp	Sites d'orpaillage sur une zone en RDC	Créé
Soil survey.shp	Shapefile de points correspondant à un échantillonnage de sol, localisés par GPS, et établissant le type de sol et sa susceptibilité aux glissements de terrain.	Créé
undp_gdp_per_capita_and_human_development_index_world_2005.shp	Indice de développement humain par pays	http://geocommons.com/overlays/2069
UTM_ZONES.shp	Zones UTM du monde	http://www.enviroprojects.org/geospatial-services/gis-resources/global-utm-zones/view
VILLAGES.shp et VILLAGES_LEGENDE.shp	Quelques villages dans une zone en RDC	Créé
Watershed_pour_point.shp	Exutoire d'un bassin versant en Haïti	Créé
ZAI.shp	Régions administratives de la RDC	http://www.maplibrary.org
ZAI_satellite_trimmed.tif	Image satellite de la RDC	
ZAM-level_1.shp	Régions administratives de la Zambie	
10m_populated_places.shp	Principales villes du monde	http://www.naturalearthdata.com/downloads/
10m_river_lake_centerlines	Principaux fleuves du monde	
110m_populated_places.shp	Principales villes du monde	
50m_ocean.shp	Océans	
12_villages_type_and_water_requirement.dbf	Table indépendante contenant des informations relatives au fichier « 12_villages_around_Dinangourou.shp »	Créé
12_villages_around_Dinangourou.lyr	Fichier de symbologie associé à « 12_villages_around_Dinangourou.shp »	Créé
12_villages_around_Dinangourou.shp	Position de villages au Mali	Dérivé en partie de « populated_place.shp » mais avec données fictives
50_wells_around_Dinangourou.lyr	Fichier de symbologie associé à « 50_wells_around_Dinangourou.shp»	Créé
50_wells_around_Dinangourou.shp	Position de puits au Mali	Créé

Annexe 6 - Sites internet SIG intéressants

Catégorie	Nom	Adresse web	Descriptif	Gratuit ?
Formations QGIS	Confer la section « 5.2.3 Quelques bons tutoriaux sur le net » page 22			Yes
Web GIS	Google Earth	http://www.google.fr/earth/index.html	The world – satellite images and landmarks	Yes
	Google Maps	https://maps.google.com/	Street of the world	Yes
	OpenLayers	http://openlayers.org/	To put a dynamic map in any web page	Yes
	OpenStreetMap	http://www.openstreetmap.org/	Carte du monde librement modifiable, faite par des gens comme vous.	Yes
	wikimapia	http://www.wikimapia.org/	??	Yes
Services web spatiaux (WMS, WFS, WCS)	Spatineo	http://directory.spatineo.com/	Site web répertoriant les services web spatiaux.	Yes
	The National Map - Service Endpoints (US)	http://viewer.nationalmap.gov/example/services/serviceList.html#nhdviewer	USGS (United States)	/
Sources de données	ASTER-GDEM	http ://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/	ASTER-GDEM World digital elevation model at 30 m spatial resolution	Yes
	Populated places in the world	http://www.fao.org/geonetwork/srv/en/metadata.show?id=12690	Shapefile of populated places in the world	Yes
	GeoNetwork	http://www.fao.org/geonetwork/	FAO GIS database	Yes
	Protectedplanet.net	http://www.protectedplanet.net/	World Database on Protected Areas (WDPA)	Yes
	Natural Earth	http://www.naturalearthdata.com/	Free vector and raster map data at 1:10m, 1:50m, and 1:110m scales	Yes
	DIVA-GIS	http://www.diva-gis.org/Data		Yes
	VMAP1	http://www.mapability.com/index1.html?http&&&www.mapability.com/info/vmap1_index.html	World Vector Map Level 1, resolution is based on 1:250,000	Yes
	Map Library	http://www.maplibrary.org/	Basic map data concerning administrative boundaries in developing countries	Yes
	Free GIS, Remote Sensing, Spatial & Hydrology Data	http://free-gis-data.blogspot.be/	Blog providing many links to free GIS, Remote Sensing, Spatial & Hydrology Data	yes

Sources de données	AfricaMap	http://worldmap.harvard.edu/africamap/	Wide source of data focusing on Africa	Yes
	ASTER GDEM	http://gdem.ersdac.jspacesystems.or.jp/	Modèle numérique de terrain mondial à une résolution spatiale de 30 m * 30 m.	Yes
	Climate Change, Agriculture and Food Security	http://www.ccafs-climate.org/data/	Data Provided by the CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS)	Yes
Logiciels	QGIS	http://www.qgis.org/	La référence SIG libre !!	Yes
	DIVA-GIS	http://www.diva-gis.org/	Free GIS software	Yes
	OSSIM	https://trac.osgeo.org/ossim/	Free Geospatial libraries and applications	Yes
	gvSIG	http://www.gvsig.com/	Free GIS software	Yes
	XTOOLS-PRO	http://www.xtoolspro.com/	Set of useful vector spatial analysis, shape conversion, and table management tools for QGIS	No (15 days free trial)
	GME - Geospatial Modelling Environment	http://www.spatialecology.com/gme/gmedownload.htm	GIS analysis tools. Previously known as Hawth's Analysis Tools	Yes
	R	http://www.r-project.org/	Free statistical software with a raster modul	Yes
Forums	GIS StackExchange	http://gis.stackexchange.com/	Probablement le meilleur forum sur les SIG, dont QGIS, pour des questions techniques (En)	Yes
	GeoRezo	http://georezo.net/	Le portail francophone de la géomatique	Yes
	Forum SIG	http://www.forumsig.org/	Forum SIG	Yes
Belgique - divers	Géoportail de la Wallonie	http://geoportail.wallonie.be/	La cartographie au service des wallons	Yes
	Sources de données géographiques, FUNDP, Namur	http://www.fundp.ac.be/sciences/geographie/etudiants/sources-de-donnees-geographiques	Ressources cartographiques, de télédétection, socio-économiques, des programmes SIG	Yes
Géoportails	EUROPE	http://inspire-geoportal.ec.europa.eu/		
	BRUXELLES	http://geoloc.irisnet.be/		
	FRANCE	http://www.geoportail.gouv.fr/accueil		
	ALLEMAGNE	http://www.geoportal.de/		
	SUISSE	http://map.geo.admin.ch/		
	ITALIE	http://www.pcn.minambiente.it/viewer/		
	TUNIS	http://www.daleeli.tn/		

Annexe 7 - Conseils pour mener à bien une campagne de terrain avec utilisation de GPS

Exemple : relevé d'occupation du sol dans la zone d'étude d'un TFE

- Apprendre à utiliser le GPS avant de partir pour toutes les manipulations à faire sur place (prises de points, navigation, définition du système de coordonnées, chargement des données sur un pc (avoir installé éventuellement un logiciel adéquat sur le pc))
- Si vous travaillez avec une image aérienne ou satellite (de Google Earth ou autre), « étudiez » votre image avant de partir pour cibler les endroits difficilement photointerpretables qui feront l'objet d'une attention toute particulière une fois sur le terrain. De même, identifiez et localisez précisément les endroits devant faire l'objet d'investigations particulières (pour peu que la zone d'étude soit étendue, il est généralement pratiquement impossible de se rendre en tous points de la zone). Planifiez votre travail avant de partir.
- A prendre avec:
    - **GPS et les câbles** associés pour se connecter à l'ordinateur
    - **Des piles/batterie** en suffisance (les journées de terrain peuvent être longues) et le **chargeur** adapté avec éventuellement un **adaptateur** selon le pays de destination. Si vous faites de longues journée en voiture avec un ordinateur et un GPS, prévoir un convertisseur AC-DC.
    - Éventuellement imprimer une **carte-image** (de Google Earth par exemple) de la zone d'étude en suffisamment bonne résolution que pour reconnaitre les éléments du paysage une fois sur place (1/20 000 par exemple). Imprimer un jeu de cartes si nécessaire (grande zone). Ces cartes-images papier peuvent être utiles en cas de défaillance du GPS sur place (pour prendre note directement sur la carte) ou pour s'orienter par rapport à l'image. Pour la réalisation de ces cartes-images, il peut être utile d'utiliser une double grille de géoréférencement :
        - Une grille dans le même système de coordonnées et avec les mêmes unités que ce que vous utiliserez avec le GPS (en général en WGS1984), ce qui facilite le lien à faire pendant la campagne entre le GPS et la carte.
        - Une grille (et une échelle) en mètres, ce qui est plus parlant sur le terrain que des degrés, notamment pour estimer les distances et les grandeurs.

      Les cartes-images peuvent être glissées dans des **chemises plastiques** sur lesquelles il est possible d'écrire au **marqueur indélébile**. Cela peut-être utile en cas de pluie ou d'humidité importante du milieu (forêt) par exemple. Prendre des **marqueurs, bics, crayons** en suffisance de même qu'un **cahier de terrain** pour noter vos observations et remarques.
    - **Sac à dos** pour faciliter le transport de tout le matériel
    - **Appareil photo numérique**, pour documenter vos relevés (une photo vaut mieux qu'un long descriptif dans votre cahier de terrain), illustrer une carte. Remarque : possibilité dans QGIS de créer des hyperliens entre un shapefile de relevé (des points par exemple) et une base de données-images. Voyez ce lien à propos du plugin « eVis ».