

## Atelier QGIS

### Séance 2 – Géoréférencement et numérisation



Cet atelier utilise le logiciel QGIS dans sa version 1.5 'Tethys'. QGIS est un logiciel SIG libre créé en 2002. Pour en savoir plus sur QGIS et pour le télécharger :

<http://qgis.org/>

Ce tutoriel est mis à disposition selon le Contrat Paternité - Pas d'Utilisation Commerciale - Partage des Conditions Initiales à l'Identique 2.0 France disponible en ligne :  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.0/fr/>

#### Avant toute chose...

- Si vous ne l'avez pas déjà fait lors de la dernière séance, créez un dossier nommé « Atelier\_SIG » par exemple, et dans ce dossier un dossier « Seance2 ». Travaillez exclusivement dans ce dossier cette séance.



Attention à éviter les espaces ou les caractères spéciaux dans les noms de vos fichiers et dossiers!

## 1. Géoréférencement

### 1.1. La théorie...

#### a) Définition

Le géoréférencement, ou calage, consiste à attribuer des coordonnées à une image. Cette image pourra ensuite être superposée à d'autres couches dans un logiciel SIG, et servir par exemple de fond de carte ou être numérisée.

#### b) Méthodes

Deux méthodes sont possibles dans QGIS :

- si on connaît précisément les coordonnées de quelques points sur l'image, grâce à un carroyage ou à des amorces de coordonnées, on va pouvoir se servir de ces coordonnées pour géoréférencer l'image. Il faut connaître le système de coordonnées utilisé.
- si l'image ne possède pas d'indications de coordonnées, il va falloir utiliser une couche déjà géoréférencée possédant une zone commune avec l'image à géoréférencer. On pourra alors indiquer que tel point sur l'image correspond à tel point sur la couche déjà géoréférencée. Cette méthode sera employée pour caler des orthophotos par exemple. La carte résultante aura le même système de coordonnées que la couche de référence. La précision du calage dépend alors de la précision de la couche de référence.

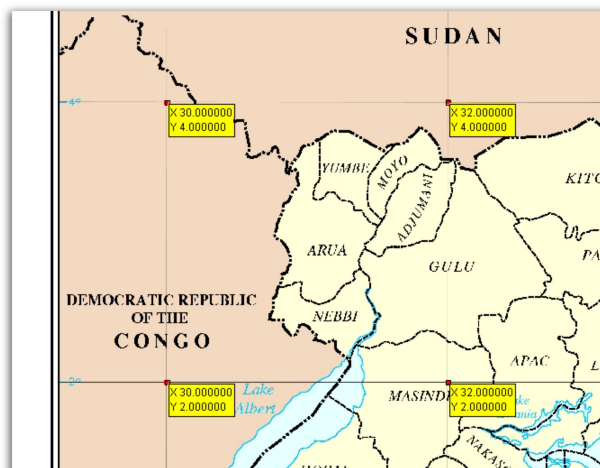


Illustration 1: Méthode 1 : attribution de coordonnées à des points connus du raster, à l'aide d'un carroyage existant.

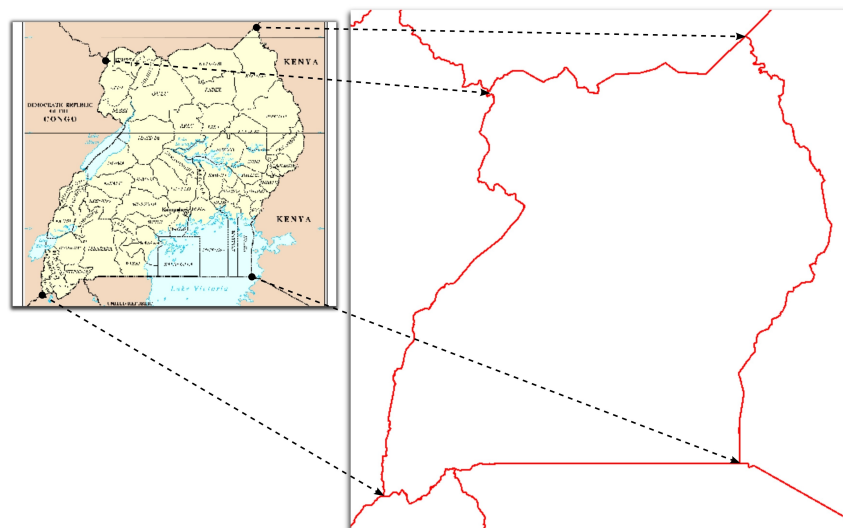


Illustration 2: Méthode 2 : Mise en correspondance de points entre le raster et une autre couche déjà calée.

### c) Types de transformation

Lors du calage, l'image subit une transformation, afin de faire coïncider les points de départ avec les coordonnées spécifiées par l'utilisateur. QGIS permet les transformations suivantes :

- transformation linéaire : type le plus simple, ne déforme pas le raster. Cette transformation n'est généralement pas suffisante pour des images scannées.
- transformations polynomiales : ces transformations sont parmi les plus utilisées, elles diffèrent par le degré de distorsion permettant de faire correspondre image de départ et points de calage. Celle de 2ème ordre est probablement la plus couramment employée et permet une courbure du raster. Celle de 1er ordre préserve la colinéarité (3 points alignés le resteront) et permet seulement changement d'échelle, translation et rotation.
- transformation d'Helmert : permet changements d'échelle, rotation et translation
- Thin Plate Spline (TPS) : méthode récente, permettant de prendre en compte des déformations locales. Cette transformation est utile lorsqu'on dispose d'originaux de très mauvaise qualité.

#### d) Précision du calage

Il n'est en réalité jamais possible de faire coïncider exactement les points de calage avec les coordonnées choisies par l'utilisateur. Le géoréférencement se fait donc toujours avec un écart pour chaque point de calage. L'écart moyen sur l'ensemble des points de calage est appelé Erreur Moyenne Quadratique ou EMQ, RMS (Root Mean Square) en anglais. L'EMQ permet d'évaluer la précision du calage.

#### e) Fichier de calage

Dans tous les cas, il y aura création d'un **fichier de calage**. C'est lui qui va permettre le positionnement correct de l'image dans un logiciel SIG. Avec QGIS, ce fichier de calage est au format WLD (world). On peut l'ouvrir avec un éditeur de texte (cf. Illustration 3).

```
0.003276774494327  -> largeur du pixel
0                  -> rotation de l'axe des Y
0                  -> rotation de l'axe des X
-0.003276774494327 -> hauteur (négative) du pixel
28.269609004946879 -> coordonnée en X du centre du pixel situé en haut à gauche
6.911737447692972  -> coordonnée en Y du centre du pixel situé en haut à gauche
```

Illustration 3: Exemple d'un fichier WLD.

## 1.2. ... Et la pratique

#### a) Choix de l'image à géoréférencer

Pour cette séance, à vous de télécharger une carte à géoréférencer sur le site des Nations Unies, à l'adresse suivante :

<http://www.un.org/Depts/Cartographic/french/htmain.htm>

Sélectionnez le pays ou la zone de votre choix. Cette zone ne doit pas être trop grande. Enregistrez le PDF dans votre répertoire et vérifiez qu'il possède bien des amorces de coordonnées.

Vous pouvez aussi utiliser l'image « uganda.tif » dans Seance2. Cette image est déjà au format TIF.

Vous pouvez charger directement l'image « uganda\_carroyage.tif » pour éviter les manipulations avec un logiciel de dessin et passer directement au d)

Dans quel système de coordonnées est cette image votre avis?

#### b) conversion du PDF vers TIF

QGIS ne permet pas le géoréférencement d'images au format PDF, il faut donc convertir la carte vers un autre format (JPG ou TIF). Utilisez pour cela le logiciel de votre choix (ex. : PDF Creator).

#### c) Dessin du carroyage

Pour certains pays, le carroyage est déjà tracé (Cameroun, Népal...). Pour d'autres, seules les amorces de coordonnées sont présentes. Il faut alors tracer un carroyage reliant les amorces au moyen du logiciel de dessin de votre choix (cf. Illustration 4).



Illustration 4: Carte après dessin du carroyage.

## d) Activation du module de géoréférencement dans QGIS

Lancer QGIS. Aller dans le menu « Extension », « Gestionnaire d'extension... ». Cocher la case « Géoréférenceur GDAL » (cf. Illustration 5).

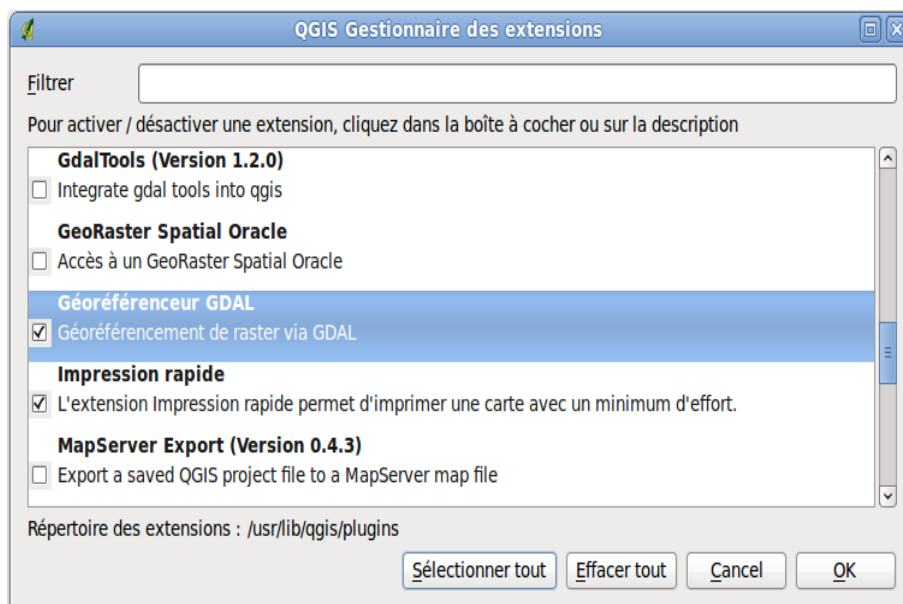


Illustration 5: Activation du module de géoréférencement de QGIS 1.5



Cette icône doit apparaître dans la barre d'outils « Extensions », sinon, relancer QGIS. Comme toutes les commandes, elle est aussi accessible par les menus (« Extension »).

## e) Géoréférencement

Cliquer sur l'icône « Géoréférencer ». La fenêtre de géoréférencement apparaît.



Choisir le fichier au format TIF avec carroyage dans « Fichier / Ouvrir un raster ». Il s'agit de notre fichier à géoréférencer.

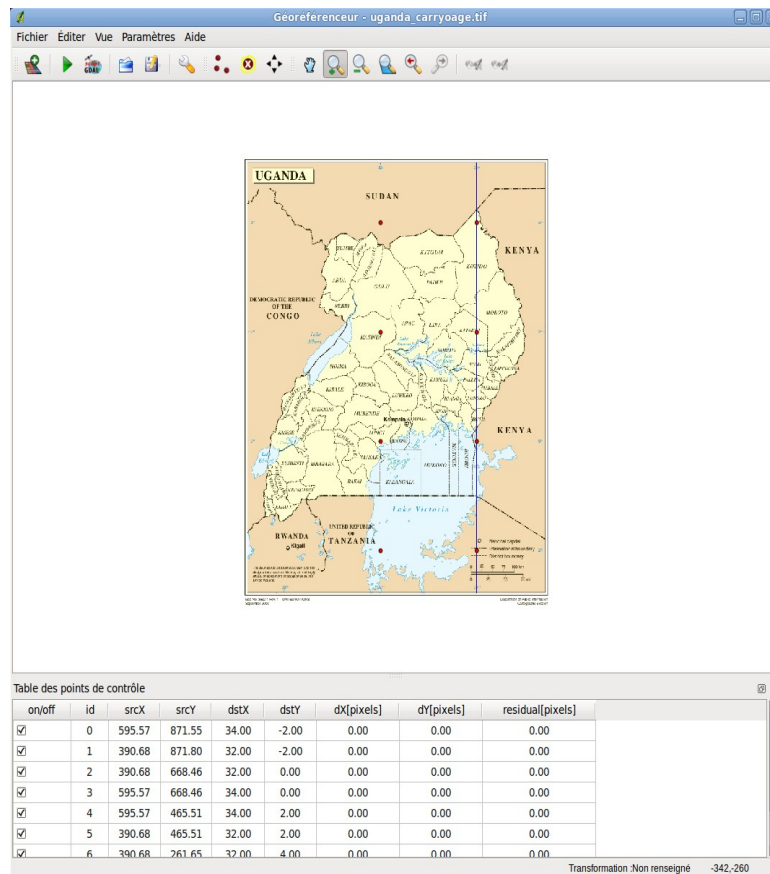


Illustration 6: Fenêtre de géoréférencement, QGIS 1.5.



Il faut ensuite indiquer les coordonnées des points du carroyage. Zoomez sur un point, au moyen des outils de zoom et de déplacement situés en haut de la fenêtre de géoréférencement. Cliquer ensuite sur l'outil « Ajouter des points ».

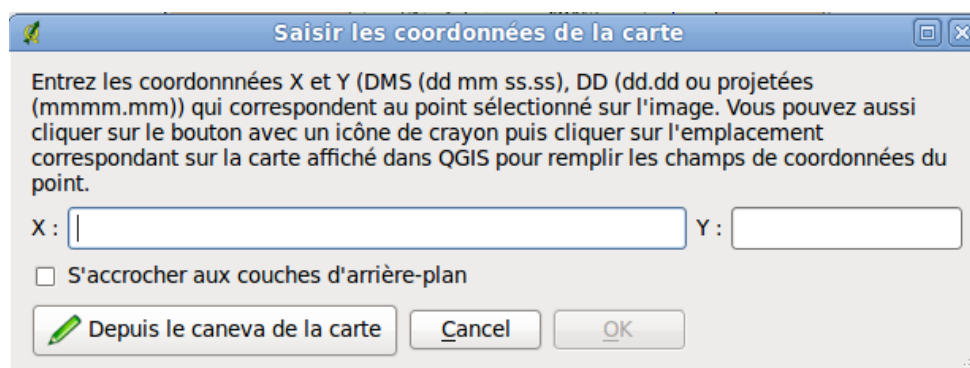


Illustration 7: Renseignement des coordonnées d'un point du carroyage.

Cliquer sur une intersection de lignes du carroyage, et rentrer les coordonnées en X et Y (cf. Illustration 7). Ces coordonnées sont indiquées en degrés sur le bord de la carte. Attention, les coordonnées en Y au sud de l'équateur sont négatives, tout comme les coordonnées en X à

l'ouest du méridien de Greenwich.

Le bouton « Depuis le canevas de la carte » permet d'employer la 2ème méthode de géoréférencement, à savoir lier un point du raster à un point d'une couche déjà calée.

Procéder ainsi pour tous les points du carroyage. 6 points sont suffisants pour une transformation polynomiale d'ordre 2 dans QGIS mais un plus grand nombre de points permet une meilleure précision du calage.



En cas d'erreur, cliquer sur l'outil « Effacer les points » et ensuite sur le point à effacer.

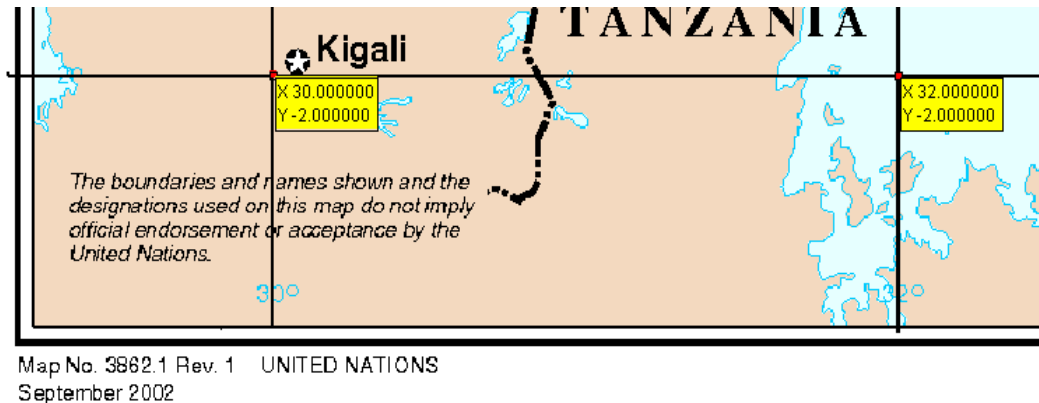


Illustration 8: Carte en cours de géoréférencement dans QGIS.

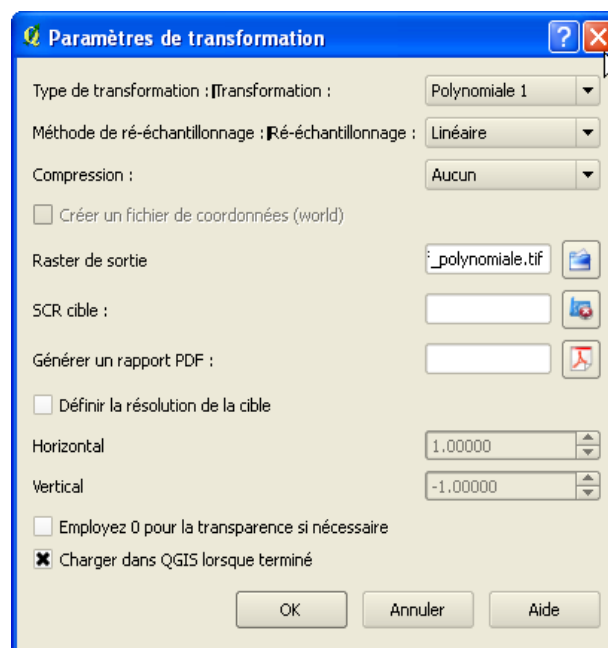


Une fois cette opération finie, vérifiez attentivement vos coordonnées!!! Attention, si vous êtes situé à l'ouest du méridien de Greenwich, les coordonnées en X seront négatives, et si vous êtes situés au sud de l'équateur, les coordonnées en Y seront négatives.

#### f) Transformation, rééchantillonnage et compression

Après avoir ajouté vos points de contrôle, vous devez sélectionner les différents paramètres de transformation :

Dans le menu « Paramètres » ouvrir « paramètres de transformation » :





### Type de transformation :

Selon le nombre de points que vous avez recueilli, vous devrez utiliser l'algorithme le plus adapté. Le choix de cet algorithme dépend aussi du type et de la qualité des données et de la somme des distorsions géométriques que vous estimerez acceptable pour produire le résultat final.

Pour notre exemple, choisir : polynomial1. (La transformation polynomial 2 ne fonctionne pas )

Notre carte étant a priori peu déformée, une transformation linéaire aurait suffi, mais pour les besoins de l'exercice une transformation polynomiale va nous permettre d'explorer plus en avant les options de géoréférencement.

En effet, une transformation linéaire ne crée pas de nouveau raster si on coche la case « créer un fichier de coordonnées » puisqu'elle ne le déforme pas; il n'y a donc pas de rééchantillonnage. (Le rééchantillonnage est l'opération permettant d'attribuer une valeur à chaque pixel du nouveau raster, en se basant sur l'ancien).

### Type de rééchantillonnage :

La méthode de rééchantillonnage conditionne la manière dont sera déterminée la valeur (couleur) de chaque pixel du nouveau raster, en se basant sur l'ancien. Trois méthodes sont disponibles :

- *Plus proche voisin* : le nouveau pixel prend la valeur du pixel de l'ancien raster le plus proche. Cette méthode est la plus rapide, et est utilisée principalement pour des données catégorisées (occupation du sol par exemple) puisqu'elle ne crée pas de nouvelles valeurs.
- *Linéaire* : la valeur du nouveau pixel est déterminé à partir des valeurs des 4 pixels les plus proches. Cette méthode est utilisée pour des données continues et permet un lissage du raster.
- *cubique* : la valeur du nouveau pixel est déterminé à partir des valeurs des 16 pixels les plus proches. Ceci provoque moins de distorsion géométrique de l'image mais nécessite un temps de calcul relativement long. Par ailleurs, il y a plus de possibilités d'obtenir avec cette méthode de nouvelles valeurs de pixel par rapport aux valeurs de départ.

Dans notre cas, un rééchantillonnage linéaire devrait suffire.

### Compression :

La compression permet d'obtenir un raster moins volumineux, mais peut provoquer une perte de qualité. Une image compressée peut par ailleurs être illisible par certains logiciels. QGIS propose les méthodes suivantes :

- *NONE* : pas de compression
- *LZW* : utilisé pour les images au format GIF et TIF. Assez largement utilisé, permet une compression jusqu'au 1:10.
- *PACKBITS* : offre une compression moindre que la méthode LZW, mais ce format est plus courant.
- *DEFLATE* : similaire à LZW, mais principalement prise en charge par les logiciels Adobe.

Notre image de base est peu volumineuse, opter donc pour NONE.

Choix du nom et l'emplacement du raster modifié qui sera créé. Ce raster sera obligatoirement au format TIF.

Cochez l'option « Charger dans QGIS lorsque terminé »  
Cliquez ensuite sur OK.

Puis sélectionner dans le menu fichier « commencer le géoréférencement »

La couche s'affiche dans QGIS.

Vérifiez dans les propriétés de la couche que le système de coordonnées est bien le WGS84. Sauvegardez le projet sous le nom de « Seance2 » dans votre répertoire.

#### g) Vérification du calage

Il s'agit ici de superposer une couche à notre carte géoréférencée, afin de vérifier la validité du calage. Pour cela, il est possible de télécharger un fond de carte mondiale, sur le site de Natural Earth par exemple. A l'aide d'un navigateur internet, rendez-vous à l'adresse suivante : <http://www.naturalearthdata.com/downloads/>

Choisir la rubrique « Cultural » des données à grande échelle (1:10m). Téléchargez la donnée « Admin 0 – Countries ». Pendant le téléchargement, prenez connaissance des métadonnées en cliquant sur « About | Issues | Version History ».

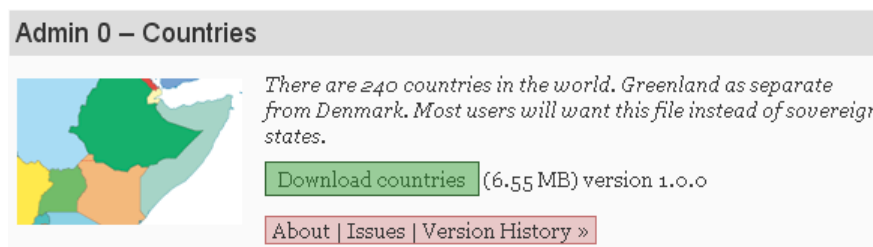


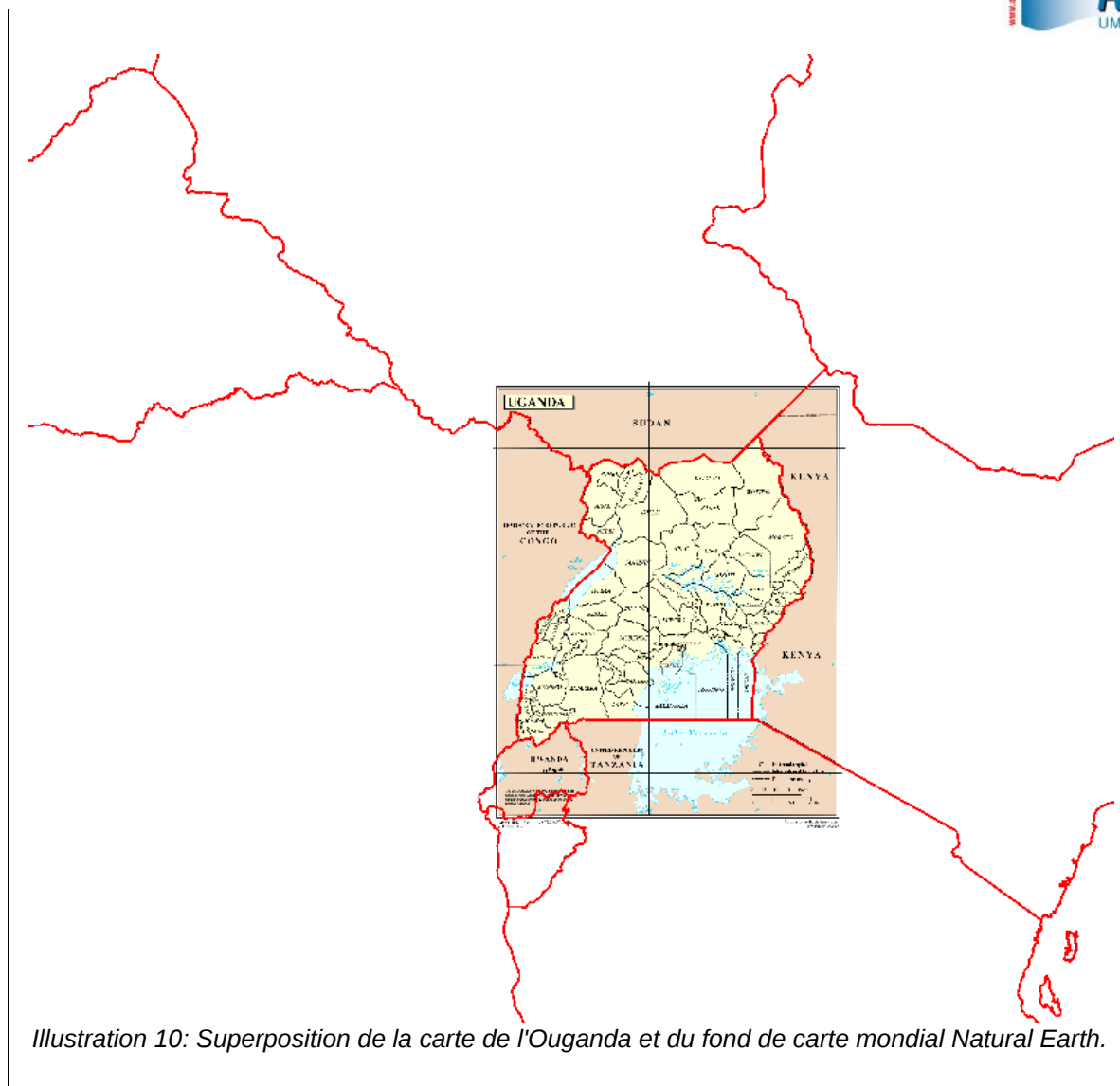
Illustration 9: Téléchargement du fond de carte mondial 1:10m de Natural Earth

Décompressez le fichier ZIP obtenu dans votre répertoire. A partir de QGIS, chargez la couche vecteur « 10m-admin-0-countries.shp » (menu « Couche », « Ajouter une couche vecteur... »).

Si vous n'avez pas internet, cette couche est disponible dans le dossier « Seance2 ».

Choisir la symbologie de manière à pouvoir vérifier que les couches se superposent correctement. Si oui, félicitations! Vous savez maintenant géoréférencer une carte.





*Illustration 10: Superposition de la carte de l'Ouganda et du fond de carte mondial Natural Earth.*

## 2. Numérisation

### 2.1. Définition

La numérisation consiste à « dessiner » par exemple les contours d'un pays en se basant sur une couche déjà existante, ordinairement un raster. On obtient ainsi une couche vecteur, plus facilement exploitable. Le principe est le même que lorsqu'on superpose une feuille de papier calque à une carte pour y dessiner les éléments qui nous intéressent. Il est ensuite possible de lier des données attributaires à cette couche.



Illustration 11: Routes numérisées à partir de photographies aériennes.

On emploie parfois aussi le terme « digitalisation », de l'anglais « digitizing ». En fonction du type de données à numériser, on choisira d'utiliser des points, des lignes ou des polygones. Des villes seront par exemples numérisées sous forme de points, des routes et rivières sous forme de lignes, des régions sous forme de polygones. En fonction de l'échelle et de la thématique, on pourra aussi choisir de numériser les rivières sous forme de polygones...

### 2.2. Numérisation des villes

#### a) Création de la couche vecteur « Villes\_ouganda »



La 1ère étape consiste à créer une couche vecteur vide qui contiendra par la suite nos villes. Choisissez « Nouvelle couche shapefile » dans le menu « Couche/Nouveau », ou bien cliquez sur l'icône « Nouvelle couche shapefile ».

Cette nouvelle couche sera de type « Point ».

Le système de coordonnées doit être le même que celui de la carte géoréférencée, c'est-à-dire WGS84.

Vous pouvez ensuite choisir les champs que contiendra la table attributaire, c'est-à-dire les colonnes de la table. Trois types de champs sont possibles : texte, entier et décimal. Nous allons simplement créer un champ qui contiendra le nom des villes, nommé « Nom ». Il sera donc de type texte. Il faut ensuite spécifier la taille maximale de ce champ, c'est-à-dire le nombre maximum de caractères qu'il pourra contenir : dans notre cas, 50 devraient suffire. Le nom d'une ville ne pourra donc pas dépasser 50 lettres, espaces compris. Cliquez sur « Ajouter à la liste d'attributs » pour créer ce champ (cf. Illustration 12).

Cliquez ensuite sur « OK »

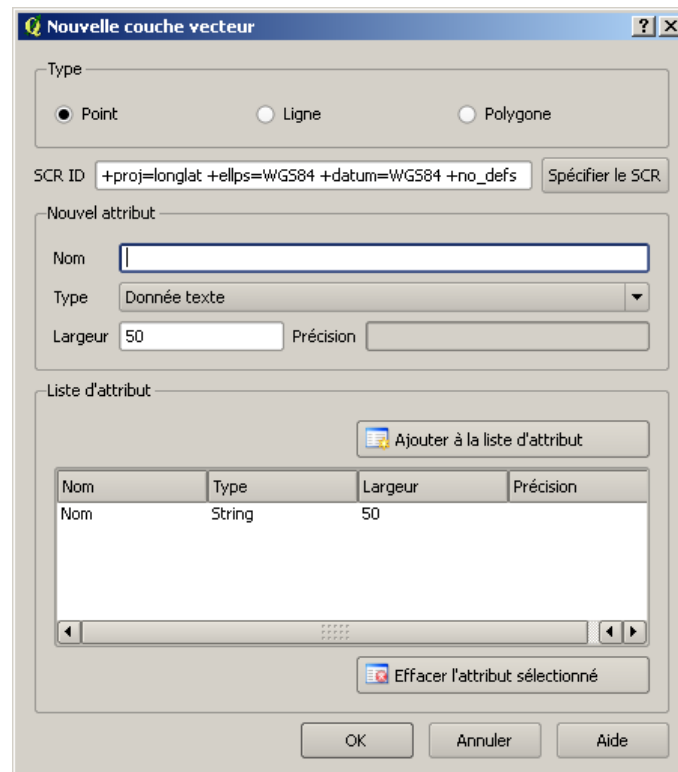


Illustration 12: Création de la couche vecteur "Villes\_Ouganda"

Choisir ensuite le nom et l'emplacement de cette couche. Choisir un nom explicite, sans espaces, type « Villes\_Ouganda ». La couche est automatiquement chargée dans QGIS.

#### b) Numérisation des villes

Pour l'instant, notre couche est vide. Vous pouvez vous en assurer en ouvrant la table attributaire de la couche : elle ne contient aucune ligne, et une seule colonne « Nom ». Pour créer les villes, nous allons nous baser sur la carte géoréférencée.



Chargez-là dans QGIS si ce n'est pas déjà fait : menu « Couche », « Ajouter une couche raster ».

Supprimez éventuellement les autres couches; vous ne devez voir dans la table des matières que votre couche de villes et votre carte géoréférencée.



Sélectionnez ensuite la couche de villes dans la table des matières et cliquer sur l'icône « Basculer en mode édition ». La couche est maintenant modifiable.



Cliquez ensuite sur l'icône « Créer un point ». Zoomez sur une ville de la carte et cliquez dessus. Remplissez son nom. Procéder ainsi pour quelques villes.



Si un point est mal placé, utilisez l'outil « Déplacer entités ».



Pour supprimer un point, sélectionnez-le tout d'abord avec l'outil de sélection d'entités. Cliquez ensuite sur l'icône « Effacer la sélection ».

Pour quitter le mode édition et enregistrer vos modifications, cliquez à nouveau sur l'icône « Basculer en mode édition ».

Vous pouvez voir le nom de vos villes dans la table attributaire.

## 2.3. Numérisation de régions

### a) Création de la couche vecteur « Regions\_Ouganda »

Cette couche contiendra selon votre carte des régions ou des pays. Choisissez de préférence le type d'unités le plus petit possible pour commencer.

Cette couche sera de type polygone; pour le reste, procédez comme pour les villes, en créant un champ « Nom » qui contiendra le nom de vos régions/pays.

### b) Numérisation

Si vous avez choisi de dessiner des régions, le principe consiste à dessiner les régions une à une. Il faut avant de créer un polygone définir les règles de topologie pour le projet. Dans le menu :

- fichier/propriétés du projet sous linux
- préférences/propriétés du projet sous windows

activer l'édition topologique et définir pour la couche regions\_Ouganda d'éviter les intersections de nouveaux polygones.

Choisissez tout d'abord une symbologie adaptée permettant de voir la carte et les polygones. Pour cela, il faut modifier les propriétés de la couche (double-clic sur le nom de la couche), rubrique « Convention des signes ». Réglez la transparence à environ 50%. Si nécessaire, modifier la couleur de remplissage et la couleur et l'épaisseur des bordures.

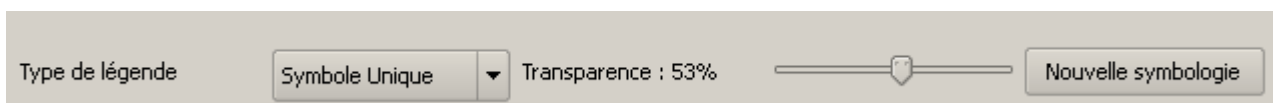


Illustration 13: Réglage de la transparence.



Passez ensuite en mode édition pour votre couche de régions. Choisir un zoom suffisant pour bien voir les limites à numériser; pour obtenir une couche homogène il est recommandé de ne plus changer ensuite de seuil de zoom tout le long de la numérisation.

Pour dessiner un polygone, cliquez sur l'icône « Créer un polygone ». Dessinez ensuite les contours de votre région. Faire un clic droit pour terminer le polygone. Si vous avez besoin de supprimer le dernier sommet créé, utilisez la touche return.

Pour se déplacer sur la carte sans être obligé de fermer le polygone, il est possible de maintenir la molette de la souris enfoncée et déplacer ensuite la souris. De même, il est possible de zoomer et dézoomer avec la molette. Vous pouvez aussi vous déplacer avec les flèches du clavier.



Utilisez le moins de points possibles : ne faites un point que lorsque nécessaire. La couche sera moins volumineuse et plus facilement exploitable par la suite. Le niveau de précision de la numérisation doit être adapté à l'utilisation que vous ferez ensuite des données.

Procédez ainsi pour les régions suivantes, pour la frontière commune à 2 régions, se placer à l'intérieur de la région précédemment numérisée, l'option « éviter les intersections » supprimera la partie commune.



Illustration 14: Ajout (en rouge) de la région "Yumbe" après la saisie du polygone Arua



N'oubliez pas de sauvegarder régulièrement votre travail, en quittant le mode édition!

Une fois les régions créées, remplissez leur nom dans la table attributaire en double-cliquant dans la case correspondante. Il faut pour cela être en mode édition.



Pour savoir quelle ligne de la table correspond à quel polygone, vous pouvez utiliser le bouton « Zoomer sur la sélection »

Quittez le mode édition pour finir.

Il est possible de changer différents paramètres du mode de numérisation, dans le menu:

- Editer /Options , rubrique « Numérisation » sous linux
- Préférences/Options , rubrique « Numérisation » sous windows

Remarques : Ca ne marche pas toujours, fermer et relancer Qgis règle parfois les problèmes

### c) Étiquetage



Pour faire apparaître les noms de villes et de régions, il est possible d'étiqueter la couche. Pour cela, faire un clic-droit sur le nom de la couche, « Propriétés », rubrique Étiquettes. Il faut ensuite choisir le nom du champ où se trouve les étiquettes, ainsi que la police, la taille, la couleur etc. des étiquettes.

Choisissez des apparences différentes pour les étiquettes des villes et les étiquettes des régions.