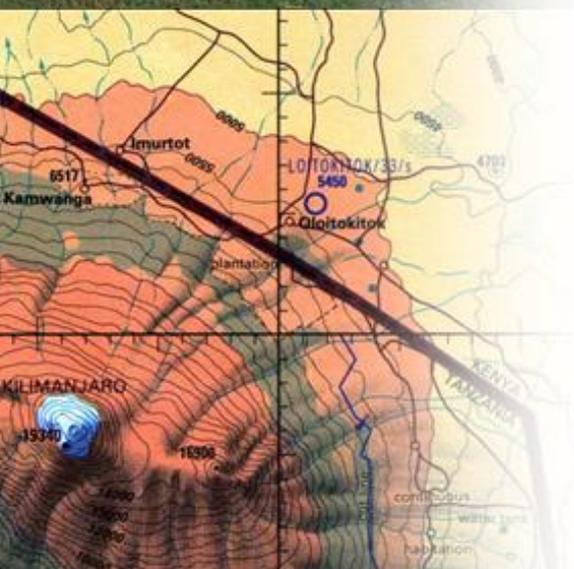




Travaux Pratiques sur les Systèmes d'Information Géographique

- SIG -

Initiation à ArcGIS



Avant-propos

Ce manuel est une initiation à l'utilisation du logiciel ArcGIS. Bien qu'il ait été rédigé en se basant sur la version anglaise d'ArcGIS 9.3, il peut être utilisé pour les versions ultérieures d'ArcGIS, anglophones ou francophones, moyennant quelques adaptations.

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://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/135775>.

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 21 janvier 2016.

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

- SIG - QGIS (le logiciel SIG gratuit de référence
<http://orbi.ulg.ac.be/handle/2268/190559>)
- 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 ArcGIS, Antoine DENIS, 2012, 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 | 2 |
| Table des matières | 3 |
| Liste des figures | 6 |
| Liste des notes | 6 |
| Liste des contextualisations | 7 |
| Liste des abréviations | 7 |
| Liste des mises à jour & modifications | 8 |
| 1. Introduction au TP | 9 |
| 2. Introduction aux Systèmes d'Information Géographique – SIG .. | 10 |
| 2.1. Qu'est-ce qu'un Système d'Information Géographique - SIG ? | 10 |
| 2.2. Qu'est-ce qu'ArcGIS 9.2 ? | 11 |
| 2.3. Qu'est ce qu'ArcGIS Desktop ? | 11 |
| 2.4. Rappel théorique | 12 |
| 2.4.1. Les 2 grands types de donnée géographique : Matriciel / Vectoriel | 12 |
| 2.5. Données géographiques et tables associées | 13 |
| 3. Manipulation du logiciel ArcGIS 9.2. | 14 |
| 3.1. Exploration des données géographiques dans ArcCatalog | 14 |
| 3.1.1. L'interface d'ArcCatalog | 15 |
| 3.1.2. Les types de données géographiques. | 16 |
| 3.1.3. Manipulation de fichiers de données géographiques dans ArcCatalog | 16 |
| 3.2. Aide dans ArcCatalog ou ArcMap. | 17 |
| 3.3. Travailler dans ArcMap. | 18 |
| 3.3.1. Ouvrir un projet ArcMap (nouveau ou préexistant) | 18 |
| 3.3.2. Structure d'un projet ArcMap | 18 |
| 3.3.3. Afficher les couches (layers) d'information. | 20 |
| 3.3.4. Définir (Réparer) la source des données. | 21 |
| 3.3.5. Définir la gamme d'échelle de visualisation d'une couche. | 21 |
| 3.3.6. Navigation dans la fenêtre de visualisation. | 22 |
| 3.3.7. Ajouter / enlever / déplacer une barre d'outils. | 23 |

| | |
|---|----|
| 3.3.8. Ajouter / enlever une fenêtre ou un panneau..... | 23 |
| 3.3.9. Créer un nouveau projet ArcMap. | 24 |
| 3.3.10. Modification des propriétés du bloc de données dans ArcMap..... | 24 |
| 3.3.11. Définition du système de coordonnées de l'environnement de travail dans ArcMap. | 25 |
| 3.3.12. Ajouter des données. | 27 |
| 3.3.12.1. Ajouter des données présentes sur votre PC à l'aide du bouton « Add data »..... | 27 |
| 3.3.12.2. Ajouter des données ponctuelles XY (GPS par exemple) à partir d'un tableur (Excel ou Access par exemple). | 28 |
| 3.3.12.3. Ajouter des données disponibles sur un serveur accessible par Internet à l'aide du bouton « Add data » et de « GIS Server ». | 29 |
| 3.3.13. La table d'attribut..... | 30 |
| 3.3.13.1. Ouverture de la table d'attribut. | 31 |
| 3.3.13.2. L'outil d'identification..... | 31 |
| 3.3.14. Sélectionner des données. | 31 |
| 3.3.14.1. Sélection simple..... | 32 |
| 3.3.14.2. Sélection par Attribut. | 32 |
| 3.3.14.3. Sélection par Localisation | 34 |
| 3.3.14.4. Les autres fonctionnalités disponibles pour les sélections..... | 34 |
| 3.3.15. Créer un fichier à partir d'une couche de sélection ou Exporter un fichier. . | 35 |
| 3.3.16. Jointure et Relation entre 2 tables..... | 39 |
| 3.3.16.1. Créer une jointure entre 2 tables | 39 |
| 3.3.16.2. Jointure basée sur un attribut commun à 2 tables..... | 40 |
| 3.3.16.3. Jointure basée sur la localisation des entités de 2 fichiers..... | 41 |
| 3.3.16.4. Créer une Relation entre 2 tables..... | 41 |
| 3.3.17. Interroger une table d'attribut..... | 42 |
| 3.3.17.1. Calculer des statistiques dans la table d'attributs | 42 |
| 3.3.17.2. Créer un nouveau champ dans la table d'attributs | 44 |
| 3.3.17.3. Utiliser la calculatrice de champ de la table d'attribut..... | 45 |
| 3.3.17.4. Calculer les aires, périmètres, longueurs et centroïdes (ou coordonnées XY) d'entités spatiales..... | 46 |
| 3.3.18. Edition et création de données géographiques. | 48 |
| 3.3.18.1. Edition (modification) de données dans ArcMap. | 48 |
| 3.3.18.2. Création de nouvelles données dans ArcCatalog. | 50 |
| 3.3.19. Géoréférencement..... | 54 |
| 3.3.20. Utiliser l'assistant de géotraitement..... | 59 |
| 3.3.20.1. Créer une Zone Tampon : outil « Buffer » | 60 |
| 3.3.20.2. Intersecter 2 couches de données géographiques : outil « Intersect »..... | 60 |
| 3.3.20.3. Agréger des entités spatiales sur base de la table d'attribut: outil « Dissolve ». | 61 |
| 3.3.21. Utiliser une extension d'ArcGIS – « Spatial Analyst » | 65 |
| 3.3.21.1. Activer et afficher une extension d'ArcGIS | 65 |
| 3.3.21.2. Interpolation spatiale | 65 |
| 3.3.21.3. Créer un raster de pentes à partir d'un MNT. | 66 |
| 3.3.21.4. Reclassification des valeurs d'un raster..... | 67 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.21.5.Utilisation de la calculatrice de raster « Raster Calculator » | 67 |
| 3.3.21.6.Délimiter un bassin versant – « Basin » et « Watershed » | 68 |
| 3.3.21.7.Model builder | 71 |
| 3.3.22. Utiliser des lignes de commandes ou « Command line » | 72 |
| 3.3.23. Enregistrement d'un projet ArcMap : « Chemin Relatif » ou « Chemin Absolu » ? | 73 |
| 3.3.24. Edition Cartographique. | 76 |
| 3.3.24.1.Mode de mise en page « Portrait » ou « Paysage » et mises en page prédéfinies. | 77 |
| 3.3.24.2.Symbologie des données. | 77 |
| 3.3.24.3.Etiqueter les données | 78 |
| 3.3.24.4.Insertion des éléments indispensables sur une carte..... | 78 |
| 3.3.24.5.Masquer automatiquement les zones de non intérêt lors de la mise en page d'une carte..... | 80 |
| 3.3.24.6.Travailler avec plusieurs blocs de données. | 80 |
| 3.3.24.7.Exportation d'une carte. | 81 |
| Remerciements | 82 |
| Liste des annexes | 83 |
| Annexe 1 - Les 10 commandements pour utiliser correctement ArcGIS..... | 84 |
| Annexe 2 - Outils fréquemment utilisés dans ArcCatalog | 85 |
| Annexe 3 - Exemple de carte d'occupation du sol | 86 |
| Annexe 4 - Fiche technique pour l'importation de points (GPS par exemple) dans ArcGIS à partir d'un tableur..... | 87 |
| Annexe 5 - Descriptions et sources des données..... | 90 |
| Annexe 6 - Sites internet intéressants en SIG | 92 |
| Annexe 7 - Conseils pour campagne de terrain avec utilisation de GPS..... | 94 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1 : Les 3 éléments constituant le noyau d'un SIG complet..... | 10 |
| Figure 2 : What is ArcGIS? (Source: http://www.esribelux.com/index2FR.asp) | 11 |
| Figure 3 : Types de données géographiques : Vecteur versus Raster | 12 |
| Figure 4 : Données géographiques et tables associées | 13 |
| Figure 5 : Interface d'ArcCatalog et aperçu des différents types de fichiers..... | 15 |
| Figure 6 : Signification des extensions des différents fichiers constituant un fichier de données géographiques. | 16 |
| Figure 7 : Structure de l'interface d'ArcMap en mode « visualisation des données » (data view)..... | 19 |
| Figure 8 : Structure de l'interface d'ArcMap en mode « Mise en page » (« Layout View »).... | 20 |
| Figure 9 : schéma des opérations de l'exercice « Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre du Mali » | 38 |
| Figure 10 : Mécanisme général de jointure dans ArcMap..... | 39 |
| Figure 11 : Mécanisme de jointure basée sur un attribut commun à 2 tables dans ArcMap . | 40 |
| Figure 12 : Graphique obtenu avec l'outil « Crate Graph » | 44 |
| Figure 13 : 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..... | 47 |
| Figure 14 : Schéma des opérations à réaliser avec « Spatial Analyst » pour la création d'un raster exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain. | 63 |
| Figure 15 : Illustration de l'utilisation de « Model builder » pour la procédure de délimitation d'un bassin versant relatif à un exutoire donné, à l'aide de l'outil « Watershed ». | 71 |
| Figure 16 : Exemple d'utilisation de l'interface en « lignes de commandes » pour l'exécution d'outils ArcToolbox. | 72 |
| Figure 17 : Répertoire à utiliser pour l'exercice sur le mode d'enregistrement en chemin relatif et absolu des documents ArcMap. | 73 |
| Figure 18 : Outils fréquemment utilisés dans ArcCatalog | 85 |
| Figure 19 : Carte d'occupation du sol réalisée dans ArcGIS à partir de la classification supervisée d'une image satellite SPOT 5 | 86 |

Liste des notes

| | |
|--|----|
| Note 1 : Question d'échelle ! | 22 |
| Note 2 : A propos des systèmes de coordonnées ! | 26 |
| Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers | 27 |
| Note 4 : Une couche dans ArcMap = un lien qui pointe vers une donnée source ! | 30 |

Liste des contextualisations

| | |
|---|----|
| Contextualisation 1 : Au secours d'un étudiant géographe !..... | 18 |
| Contextualisation 2 : Inondation au Pakistan suite à la rupture du barrage de Tarbela | 24 |
| Contextualisation 3 : Aide à la gestion de l'eau dans le centre du Mali | 37 |
| Contextualisation 4 : SIG participatif aux Philippines | 47 |
| Contextualisation 5 : Etude de l'évolution des zones écologiques du Guatemala. | 54 |
| Contextualisation 6 : Evaluation du nombre de personnes potentiellement impactées par une catastrophe nucléaire en Inde..... | 59 |
| Contextualisation 7 : Evaluation de la susceptibilité aux glissements de terrain en cas de déforestation d'un territoire de forêt brésilienne..... | 65 |
| Contextualisation 8 : Contrat de rivière en Haïti..... | 68 |

Liste des abréviations

| | |
|---------------|--|
| DEM, DTM | Digital Elevation Model, Digital Terrain Model (= MNT) |
| GIS | Geographical Information System (= SIG) |
| MNT, MNA, MNE | Modèle Numérique de Terrain /d'Altitude / d'Elévation |
| NDVI | Normalized Difference Vegetation Index |
| SCG (ou GCS) | Système de Coordonnées Géographiques |
| SCP (ou PCS) | Système de Coordonnées Projetées |
| SIG | Système d'information Géographique |
| ULg | Université de Liège |

Liste des mises à jour & modifications

2 décembre 2012 **1^{er} version**

22 février 2013 **2^{ème} version**

- Modification de la source de téléchargement de ce manuel: ORBI-ULg
- Ajout de :
 - Ajouter / enlever une fenêtre ou un panneau dans ArcMap
 - Masquer automatiquement les zones de non intérêt lors de la mise en page d'une carte.
- Nombreuses corrections mineures

17 octobre 2013 **3^{ème} version**

- Ajout d'une figure illustrant la suite d'opérations de l'exercice relatif à la gestion de l'eau en milieu rural au Mali.
- Correction des erreurs relatives à la procédure de délimitation des bassins versants (fonction « Watershed » et distance de tolérance du « Snap pour point »).

24 mars 2014 **4^{ème} version**

- Ajout d'un exercice pour se rendre compte de l'effet du système de coordonnées du bloc de données sur la représentation spatiale des données (contextualisation 2).
- Ajout d'une figure illustrant l'opération de simplification de la table d'attribut (« Dissolve ») dans l'exercice de la contextualisation 6.

1. Introduction au TP

L'**objectif** de ce TP est de vous rendre capable de réaliser les opérations suivantes sur des données géographiques à l'aide du logiciel « ArcGIS »:

- Les organiser et les gérer
- Les visualiser et les consulter (lecture)
- Les modifier et en créer
- Les analyser
- Réaliser une modélisation
- Cartographier (communiquer des données)

Ce **manuel** commence par une brève introduction générale aux SIG présentant le concept de SIG, l'organisation générale d'ArcGIS et les formats et organisation des données en SIG. Ensuite la très grande partie des notes est consacrée à la manipulation de données géographiques selon un niveau croissant de complexité. La découverte progressive d'ArcGIS se fait la plupart du temps via des exercices s'articulant autour de mise en contexte donnant sens aux manipulations des données. Ces « Contextualisation » s'articulent autour des thématiques « pays du Sud » et « gestion de l'environnement » avec un accent pour la « gestion des risques naturels ». Elles apparaissent en italiques dans le texte, de même que les indications faisant référence à des données propre à ce TP (nom de fichier, de répertoire, 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 faisant référence aux sections 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 10 commandements » à respecter pour utiliser correctement ArcGIS!

Avant de commencer ce TP, assurez-vous de :

- Avoir accès à un ordinateur sur lequel le logiciel ArcGIS 9 ou suivant est installé, avec l'extension « Spatial Analyst ».
- Téléchargez le dossier « Initiation ArcGIS SIG ACE » (~ 250 Mo), contenant les données utilisées dans ce manuel, disponible à l'adresse web : <http://www.mcpedulg.ulg.ac.be/ressources.php> et collez-le à la racine d'un disc dur de votre ordinateur (qui sera nommé « D » dans ce manuel).

La réalisation de ce TP par un « débutant SIG » devrait prendre approximativement **12h** de travail concentré.

2. Introduction aux Systèmes d'Information Géographique – SIG.

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

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

De plus, le SIG séduit 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** (voir figure 1) :

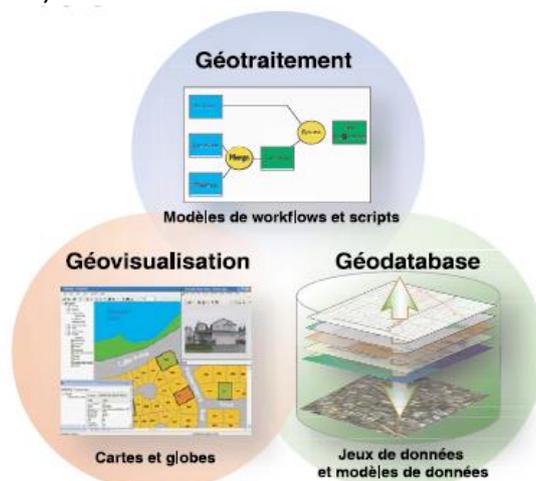


Figure 1: Les 3 éléments constituant le noyau d'un SIG complet

- **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 – boîte 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.

2.2. Qu'est-ce qu'ArcGIS 9.2 ?

ArcGIS 9.2 est un logiciel de la firme ESRI , leader mondial des SIG. La figure 2 vous donne un aperçu de l'organisation de l'ensemble des produits ESRI. En rouge, sont entourés les composants que vous utiliserez au cours de ce TP. La version la plus simple du logiciel « ArcGIS desktop », « ArcView », comprenant les applications « ArcCatalog », « ArcMap » et « ArcToolbox » ainsi que l'extension « Spatial Analyst ». Vous utiliserez bien sur des fichiers de données géographiques, notamment celles se trouvant sur un serveur internet de type « ArcIMS ».

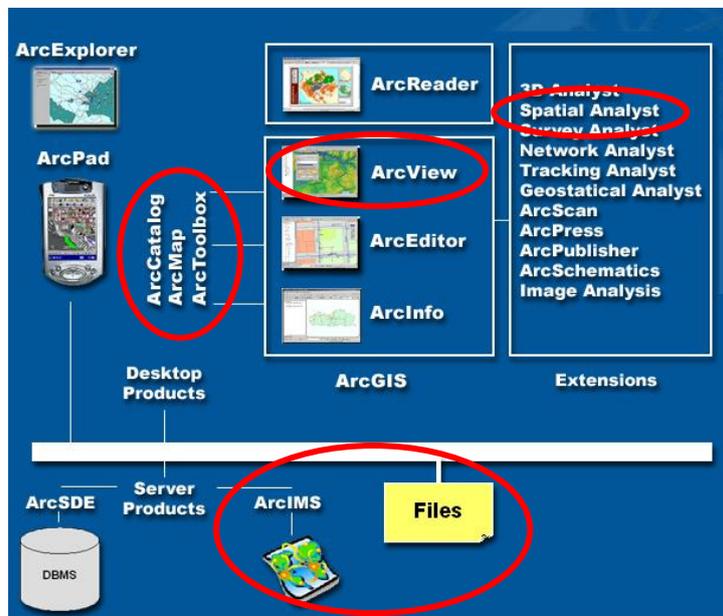


Figure 2 : What is ArcGIS? (Source: <http://www.esribelux.com/index2FR.asp>)

2.3. Qu'est ce qu'ArcGIS Desktop ?

ArcGIS Desktop (littéralement « ArcGIS de bureau ») comprend une suite d'applications intégrées les unes aux autres :

1.  **ArcCatalog** facilite l'organisation et la gestion de toutes les données SIG (cartes, jeux de données, modèles,...)
2.  **ArcMap** est l'application centrale d'ArcGIS Desktop. Elle se subdivise en deux interfaces : visualisation et traitement (analyse, édition,...) des données géographiques dans la fenêtre « data view » et mise en page de cartes dans la fenêtre « layout view ».
3.  **ArcGlobe**, est similaire à ArcMap mais permet une visualisation 3D des données sur lesquelles vous travaillez.



4. **ArcToolbox**, (littéralement, la « boîte à outils » d'ArcGIS), regroupe l'ensemble des outils de géotraitement utiles pour réaliser des opérations sur les données géographiques. Elle est disponible à partir des 3 applications présentées ci-dessus. ArcToolbox contient notamment le « ModelBuilder », un langage de programmation visuel et facile d'utilisation, pour automatiser une suite de géotraitements

En utilisant conjointement ces applications et ces interfaces, ArcGIS permet d'effectuer toutes sortes de tâches SIG, y compris la cartographie, l'analyse géographique, l'édition de données (création, mise à jour,...), la gestion des données, la visualisation et le géotraitement.

Il est disponible à **trois niveaux fonctionnels**, du plus simple au plus perfectionné :

1. **ArcView** est un outil SIG complet dédié à l'utilisation des données, la cartographie et l'analyse.
2. **ArcEditor** permet la création et la mise à jour avancées de données géographiques.
3. **ArcInfo** est un outil SIG bureautique professionnel et complet, qui propose des fonctions SIG complètes et de nombreux outils de géotraitement.

Des fonctionnalités supplémentaires sont disponibles par l'activation d'une série d'**extensions**. Les utilisateurs ont également la possibilité de développer leurs propres extensions.

2.4. Rappel théorique

2.4.1. Les 2 grands types de donnée géographique : Matriciel / Vectoriel

Il existe 2 grands types de données géographiques dans les SIG : les « Matrices » et les « Vecteurs » (voir figure 3).

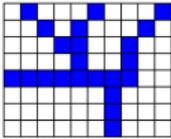
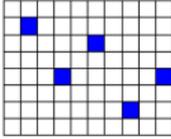
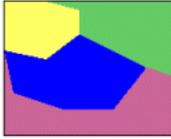
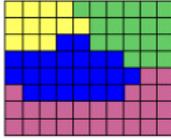
| Vecteur | Matrice ou Raster | Exemple dans la réalité |
|---|---|--|
|  |  | Données linéaires : cours d'eau, routes,... |
|  |  | Données ponctuelles : arbres, stations météo, points GPS,... |
|  |  | Données polygonales : lacs, limites administratives (frontières de pays, limites de communes, etc.),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

Figure 3: Types de données géographiques : Vecteur versus Raster

- **Les « Matrices »**

Les « matrices », plus souvent appelées « Raster », correspondent à des grilles composées de cellules. 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,...

- **Les « Vecteurs »**

Les « vecteurs » sont composés de points, lignes ou polygones.

2.5. Données géographiques et tables associées

Les SIG permettent d'associer / intégrer facilement des données de type spatial avec des données de type « tabulaire » (ou « attributaire ») (voir figure 4). 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** » (« record » en anglais) contient toute l'information concernant 1 pays. 1 colonne ou 1 « **champ** » (« field » en anglais) correspond à 1 type d'information, par exemple, le nom du pays, sa superficie, sa démographie, etc.

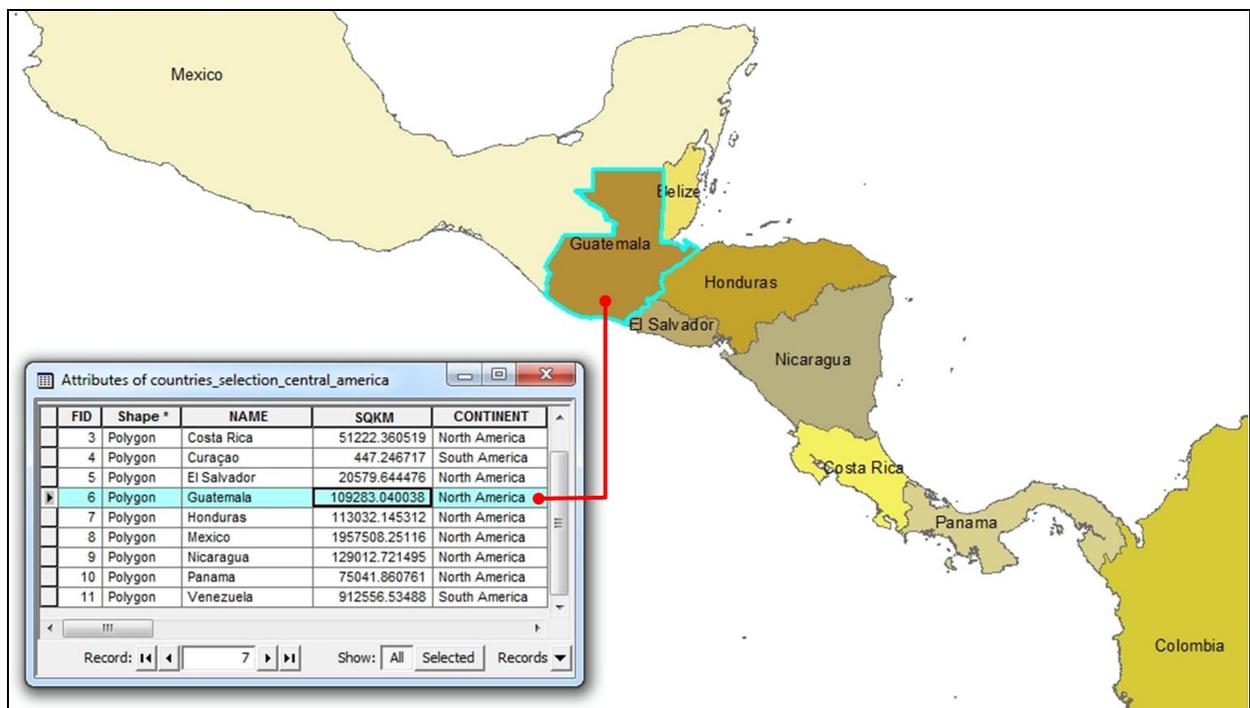


Figure 4: Données géographiques et tables associées

3. Manipulation du logiciel ArcGIS 9.2.

3.1. Exploration des données géographiques dans ArcCatalog

Cette section 3.1:

- Vous fera découvrir **l'interface d'ArcCatalog**,
- 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 **ArcCatalog** : Démarrer > Tous les programmes > ArcGIS > ArcCatalog.

Créez un lien vers votre répertoire de travail afin d'accéder rapidement à vos données géographiques :

- Cliquez sur l'icône  et naviguez ensuite vers le répertoire : « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA » contenant les données avec lesquelles vous allez travailler dans ce TP.

Explorez dans un premier temps le répertoire « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\1 ArcCatalog Data Exploration\ » (Figure 5).

3.1.1. L'interface d'ArcCatalog

L'interface d'ArcCatalog s'organise de la façon suivante (Figure 5) :

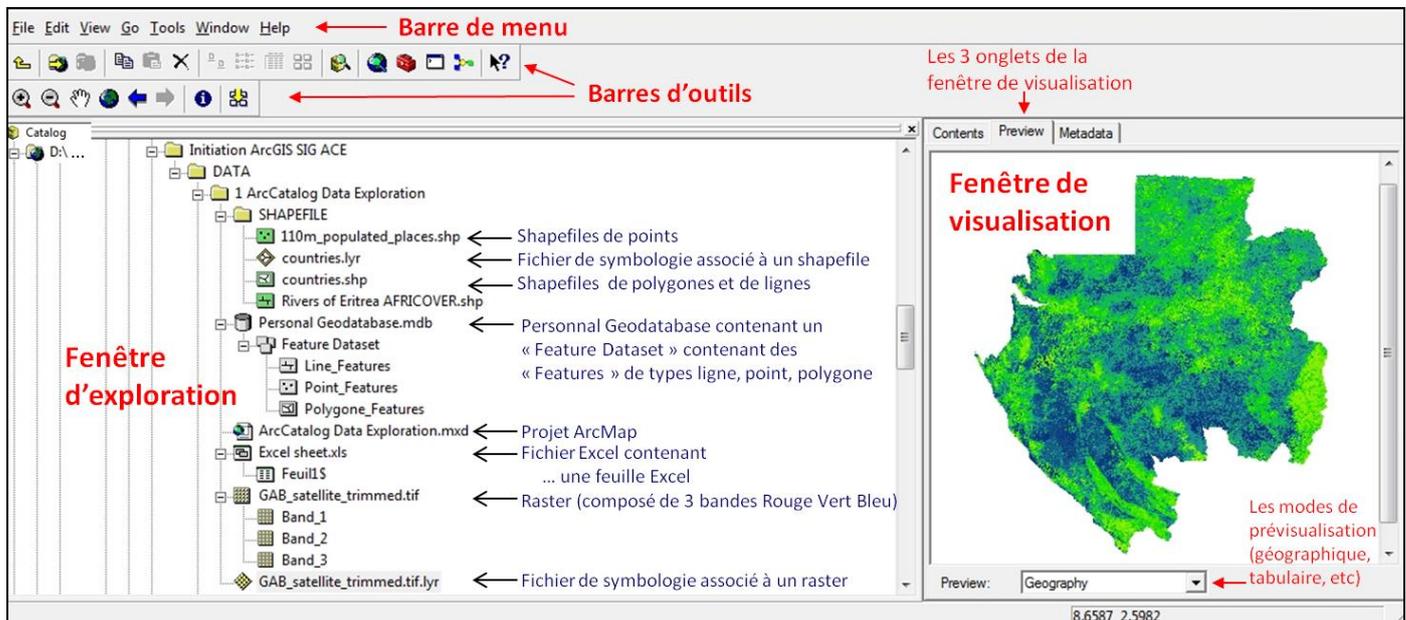
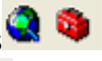


Figure 5 : Interface d'ArcCatalog et aperçu des différents types de fichiers

1. Une **fenêtre d'exploration** de vos données géographiques, dont le fonctionnement général est similaire à celui de Windows Explorer (naviguer, copier, coller, déplacer, renommer,... vos données géographiques comme s'il s'agissait de fichiers uniques). De plus, cette fenêtre permet de réaliser des opérations de gestion de vos données spécifiques à ArcGIS, dont la création et l'organisation de nouveaux fichiers géographiques.
2. Une **fenêtre de visualisation** de vos données géographiques, composée de **3 onglets** :
 - « **Content** » renseigne sur le contenu du répertoire, ou le nom et le type de fichier sélectionné dans la fenêtre d'exploration
 - « **Preview** » permet la visualisation du contenu du fichier sélectionné. Le menu déroulant en bas à gauche de cette fenêtre vous donne le choix entre la représentation géographique du fichier (« **Geography** ») ou la table de données qui y est associée (« **Table** »).
 - « **Metadata** » permet de visualiser les métadonnées (données décrivant les données).
3. Des **barres d'outils** permettant diverses opérations dont le démarrage d'ArcMap et ArcToolbox via les boutons , et des outils de visualisation de vos données . Dans les versions d'ArcGIS antérieures à la version 10, l'outil d'aide « Help tool »  permet d'obtenir des informations sur l'ensemble des fonctionnalités de la barre d'outils et de la barre de menu (cliquer dessus puis sur le menu déroulant ou l'outil sur lequel vous voulez avoir de l'information). Dans les versions d'ArcGIS 10 et suivantes, le « Help tool » n'existe plus et est remplacé par le fait

que la description de la fonctionnalité liée à un bouton d’ArcGIS apparaît automatiquement lors de son survol par la souris (parfois avec une explication plus complète en cliquant simultanément sur la touche F1 si indiqué).

4. Une **barre de menu** permettant diverses opérations.

3.1.2. Les types de données géographiques.

Vous remarquerez que, dans la fenêtre d’exploration, chaque type de données reconnues par ArcCatalog est renseigné par une icône spécifique (Figure 5). La Figure 5 reprend les types de fichiers les plus courants.

Une **définition précise des différents formats** de fichiers utilisés dans ArcGIS est disponible dans l’aide d’ArcGIS (cf. section 3.2) via le menu principal « **Help > ArcGIS Desktop Help >...** » :

- « ... > Sommaire > ArcGIS Glossary > et taper le nom du format »
- « ... > Index > Shapefile > described » par exemple.

Explorez rapidement ensuite le reste du dossier « DATA »

3.1.3. Manipulation de fichiers de données géographiques dans ArcCatalog

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 ArcCatalog correspond **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 ArcGIS (Figure 6).

| 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 (pour « Projection ») | Le système de coordonnées |
| | Africa_countries_only.lyr | 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 6 : Signification des extensions des différents fichiers constituant un fichier de données géographiques.

Pour vous en rendre compte, comparez, dans ArcCatalog et dans l’explorateur Windows (Démarrer > Ordinateur > D >...), chacun des deux fichiers suivants :

- « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE \DATA\2 ArcMap project exploration\Africa countries only\ Africa countries only »
- « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE \DATA\2 ArcMap 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 ArcCatalog** qui réalisera l'opération comme s'il n'y avait qu'un seul fichier. En particulier, lorsque vous transmettez 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.

3.2. Aide dans ArcCatalog ou ArcMap.

Outre le « **Help Tool** »  présenté précédemment, l'onglet « **Help** », et en particulier le menu « **ArcGIS Desktop Help** » d'ArcCatalog et d'ArcMap contient toute une série d'informations très bien documentées afin d'aider l'utilisateur, citons notamment :

- Une **recherche** de l'aide via un sommaire (livres), un index ou un menu de recherche
- Un **glossaire** des termes utilisés dans ArcGIS (« GIS glossary »)
- Des **tutoriaux** (dans le répertoire « Getting started > tutorials »)
- ...

3.3. Travailler dans ArcMap.



Contextualisation 1 **Au secours d'un étudiant géographe !**

Un de vos camarades de classe a manqué la première leçon d'initiation à ArcGIS et fait appel à vous car il rencontre quelques problèmes...Il a créé son premier projet ArcMap mais ne retrouve pas la mise en page d'une carte qu'il avait commencée, certaines données apparaissent dans le projet mais ne sont pas visualisables, etc... A vous de l'aider en suivant les indications reprises dans les sections 3.3.1 à 3.3.7 ci-dessous, indications qui vous apprendront également à ouvrir un projet ArcMap, à découvrir, comprendre et gérer son interface et à explorer des données géographiques.

Contextualisation 1 : Au secours d'un étudiant géographe !

3.3.1. Ouvrir un projet ArcMap (nouveau ou préexistant)

Ouvrez ArcMap. Deux possibilités s'offrent à vous (*choisissez la deuxième !*) :

- Soit, cliquez sur « Démarrer > Tous les programmes > ArcGIS > ArcMap »
- Soit, utilisez l'**icône de raccourci vers ArcMap**  disponible dans ArcCatalog
 - ... et choisissez (*choisissez la deuxième !*) :
 - Soit, «Start using ArcMap with: **A new empty map** » pour ouvrir un nouveau document vide
 - Soit, «Start using ArcMap with: **An existing map** » pour ouvrir un document ArcMap préexistant, et ensuite «Browse for maps».
 - Naviguez ensuite vers le projet ArcMap préexistant dans le répertoire « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE \DATA\2 ArcMap project exploration \ ArcMap project exploration.mxd »
 - Ouvrez ce projet

3.3.2. Structure d'un projet ArcMap

*Vous devriez maintenant avoir en face de vous le projet ArcMap repris à la **Figure 7** (sans les annotations rouges).*

L'interface d'ArcMap (en mode « **Visualisation des données** » ou « **Data View** ») s'organise de la manière suivante :

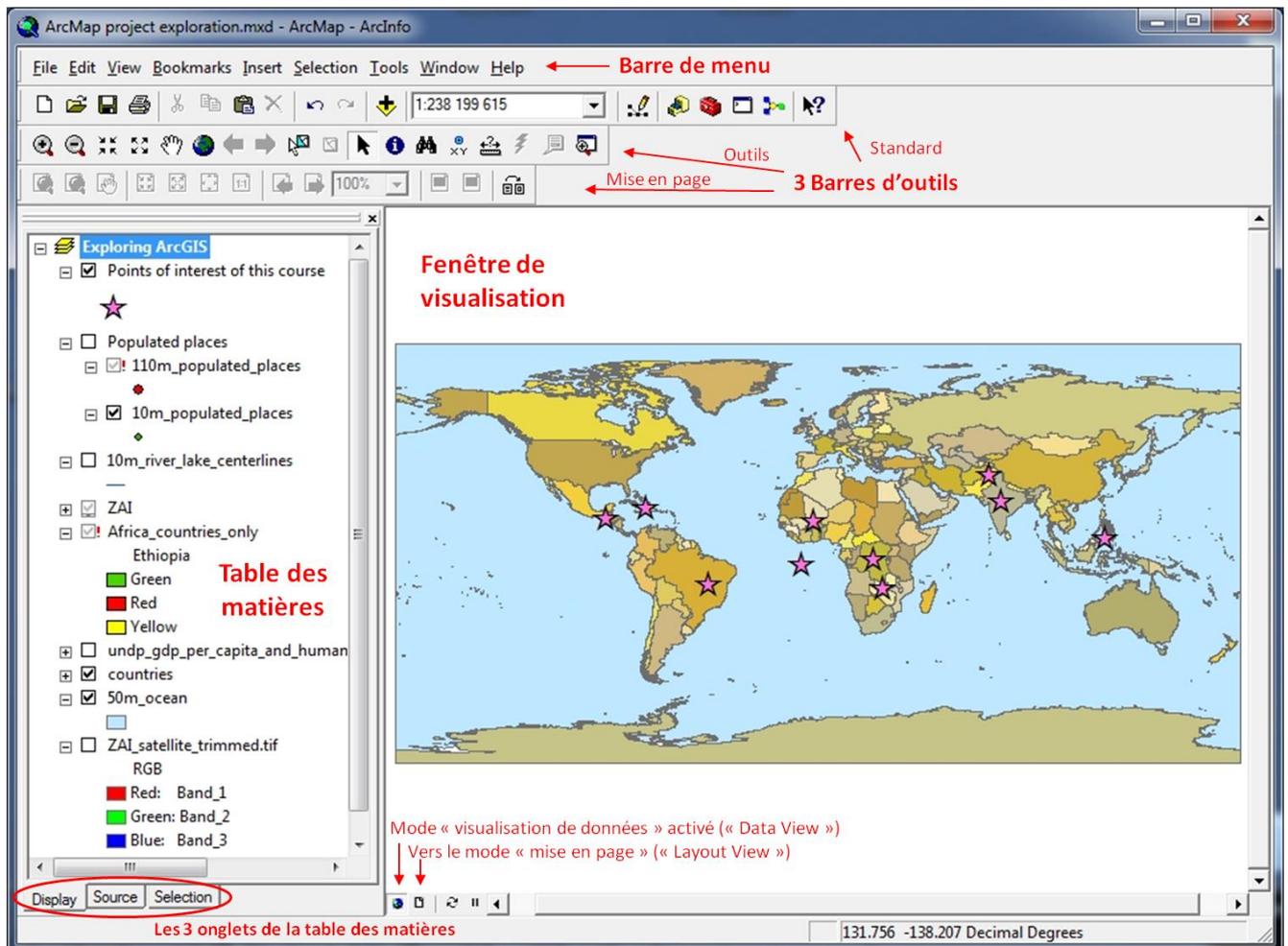


Figure 7: Structure de l'interface d'ArcMap en mode « visualisation des données » (data view)

1. Une fenêtre appelée « **Table des matières** » (« Table of Contents ») reprenant une liste des fichiers présents dans le projet ArcMap. La « Table des matières » se subdivise elle-même en trois onglets :
 - « **Display** » pour sélectionner et organiser vos couches,
 - « **Source** » indiquant le répertoire dans lequel se trouvent les fichiers
 - « **Sélection** » ne reprenant que les fichiers sélectionnés pour l'affichage.
2. Une fenêtre de **visualisation spatiale** des données sélectionnées dans la « Table des matières ».
3. Une **barre de menu** comprenant toute une série de fonctionnalités sous forme de menus déroulant
4. Des **barres d'outils**, permettant diverses opérations par l'intermédiaire de bouton.

La Figure 8 illustre le **mode « Mise en page » (« Layout View ») d'ArcMap**. Remarquez la présence d'éléments spécifique à une carte : titre, échelle, flèche du Nord, cadre. L'édition cartographique sera abordée à la section 3.3.24.

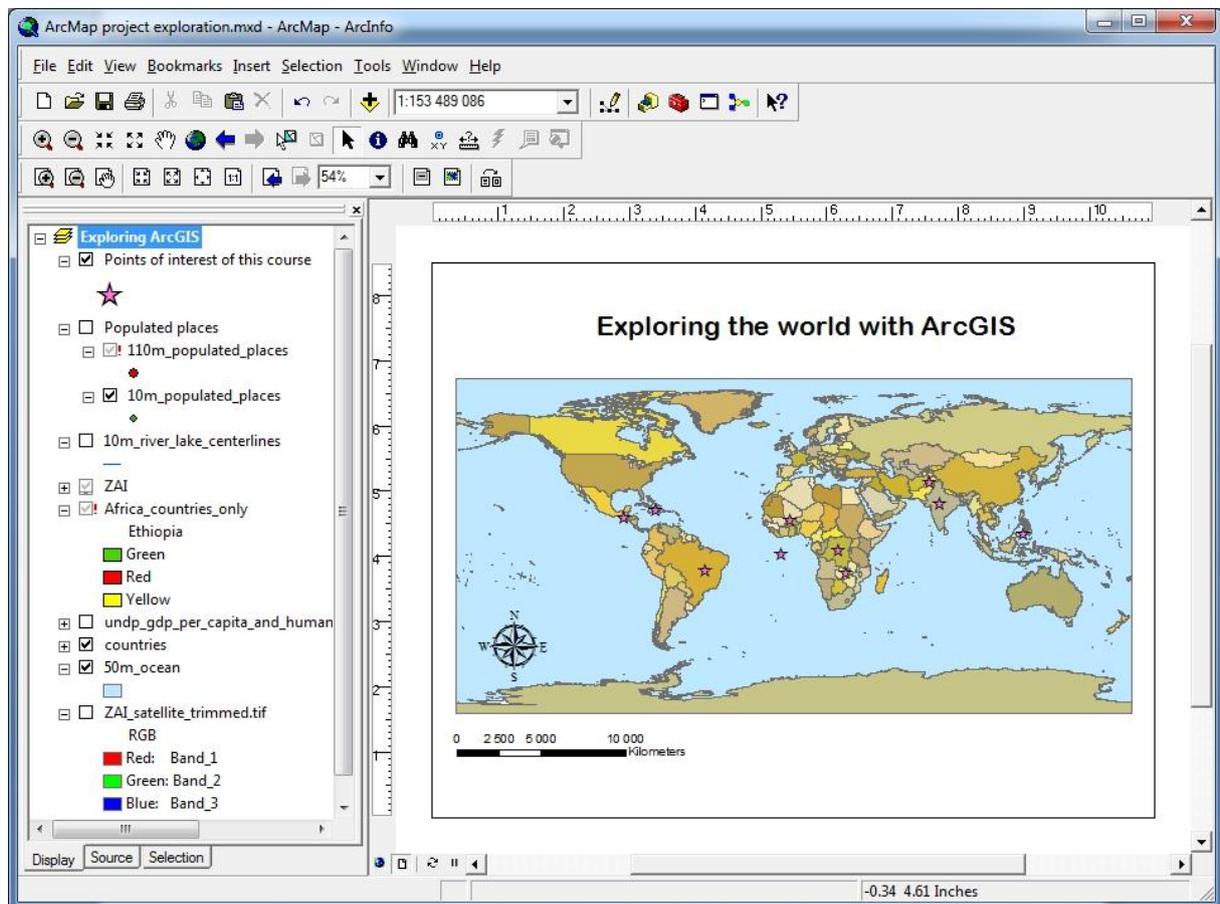


Figure 8: Structure de l'interface d'ArcMap en mode « Mise en page » (« Layout View »)

3.3.3. Afficher les couches (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. Remarquez qu'il est possible de tout (dé) cocher en appuyant sur « CTRL » en (dé)cochant une seule case.

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

*Ne vous préoccupez pas encore des cases grisées des deux couches « ZAI » et « Africa_countries_only ». Les **cases grisées** indiquent qu'ArcMap ne peut pas afficher la couche dans la fenêtre de visualisation. Nous y reviendrons plus tard.*

La fenêtre de visualisation d'ArcMap 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 vous en rendre compte,

- 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 se passe-t-il ? (Réponse : la couche « 10m_river_lake_centerlines » est cachée par la couche « countries » qui se trouve au-dessus).

Lors de l'ajout de nouvelles données, ArcMap superpose **par défaut** les types de couches dans l'ordre suivant : **points (au-dessus), lignes, polygones, raster(en-dessous)**. C'est le cas pour ce projet-ci. Pour **modifier cet ordre**, sélectionnez une couche en cliquant sur son nom et déplacez-la en-dessous ou au-dessus de son emplacement initial. Que constatez-vous dans la fenêtre de visualisation ?

3.3.4. Définir (Réparer) la source des données.

Vous remarquez que la couche « *Africa_countries_only* » est **grisée avec un point d'exclamation rouge** à côté. Ce point d'exclamation signifie que le chemin (répertoire) reliant la couche visible dans ArcMap avec ses données sources (stockées sur votre disque dur) n'est pas correct et qu'en conséquence, ArcMap n'est plus capable d'afficher correctement cette donnée.

Pour « réparer » un « chemin source » d'une donnée,

- Faites un bon vieux clic-droit sur le nom de la couche concernée, *dans ce cas-ci « Africa_countries_only »*
- Allez dans « Data > Repair data source... ».
- Naviguez ensuite (à l'aide de l'onglet « Look in ») jusqu'au répertoire où se trouve la donnée géographique correspondant à cette couche, *dans ce cas-ci : « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE \DATA\2 ArcMap project exploration\Africa countries only\Africa_countries_only.shp »*
- Cliquez « Add ».

La couche « *Africa_countries_only* » devrait maintenant s'afficher correctement dans la fenêtre de visualisation. La couleur grisée et le point d'exclamation rouge ont disparu.

3.3.5. Définir la gamme d'échelle de visualisation d'une couche.

La couche « ZAI » ne peut s'afficher elle aussi. **Un petit rectangle avec un point se situant en-dessous de la case de la couche** signifie que l'échelle actuellement utilisée dans la fenêtre de visualisation ne correspond pas à la gamme d'échelle dans laquelle cette couche peut s'afficher. L'échelle utilisée par la fenêtre de visualisation est visible à la droite du bouton  dans la barre d'outils « standard ».

Afin de **redéfinir la gamme d'échelle de visualisation d'une couche**, et *dans ce cas-ci de permettre la visualisation de la couche « ZAI » avec l'échelle actuelle*,

- Cliquez-droit sur le nom de la couche concernée, *dans ce cas-ci « ZAI »*
- Allez dans « Properties... »
- Choisissez l'onglet « General » et intéressez-vous à l'encadré « Scale Range ». Remarquez qu'actuellement, les paramètres de cet onglet sont réglés pour que cette

couche n'apparaisse pas lorsque l'on zoom à une échelle inférieure au 1/15 000 000 (Zoom out).

- Cochez « Show layer at all scales ».
- Cliquez « OK »

La couche « ZAI » devrait maintenant s'afficher correctement dans la fenêtre de visualisation, vous permettant de visualiser *les régions administratives de la République Démocratique du Congo (RDC)*.

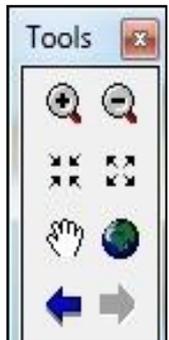
- Rétablissez la gamme d'échelle de cette couche comme précédemment en choisissant cette fois : « Don't show layer when zoomed out beyond 1 :15 000 000 » et « OK ».

La couche « ZAI » disparaît.

3.3.6. Navigation dans la fenêtre de visualisation.

Plusieurs possibilités s'offrent à vous pour **modifier l'échelle d'affichage** :

- Utilisez les outils  pour zoomer in, out et se déplacer latéralement. *Zoomez sur l'Inde.*
- Cliquez sur  pour zoomer 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 » et choisissez « **Zoom to layer** ».
- Pour retourner en Inde facilement, utiliser la flèche bleue de gauche de retour au zoom précédent .
- 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. Pour ce faire, entrez les valeurs d'échelles désirées dans la boîte « Scale » de votre barre d'outils principale, à la droite du bouton . *Cela vous paraît-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 « **Go To XY** » , de la barre d'outils « Outils » d'ArcMap. Pour identifier le « Sanctuaire des Bonobos » au Sud de Kinshasa :
 - Cliquez sur le bouton 
 - Dans la fenêtre « Go To XY (...) »,
 - Choisissez des « degrés décimaux » comme unité
 - Tapez Long :15.266 et Lat :- 4.488
 - Choisissez l'outil « Zoom to »



Question d'échelles !

- Les petites échelles correspondent à de petites valeurs d'échelle, soit de grands dénominateurs dans les fractions représentant les échelles. Elles sont utilisées pour représenter de grandes surfaces avec peu de détails (ex : le monde au 1/200 000 000. Dans ce cas, 1cm sur la carte égale 200 000 000 cm dans le monde réel).
- 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).

Note 1 : Question d'échelle !

3.3.7. Ajouter / enlever / déplacer une barre d'outils.

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

1. Soit
 - Cliquez sur le menu déroulant « Tools » de la barre de menu principale d'ArcMap
 - Choisissez « Customize... »
 - Cochez la case de la barre d'outils d'intérêt. (*Tools par exemple*)
 - Cliquez « Close »
2. Soit
 - Cliquez sur le menu déroulant « View » de la barre de menu principale d'ArcMap
 - Choisissez « Toolbars » et
 - Cliquez sur la barre d'outils d'intérêt (Tools par exemple)

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

Fermez votre projet sans l'enregistrer.

3.3.8. Ajouter / enlever une fenêtre ou un panneau

Différents éléments de l'interface sont repris sous le vocable « fenêtre » ou « panneau ». Ils correspondent à (dans ArcMap):

- La table des matières (« Table of content ») dans laquelle apparaissent tous les fichiers du projet ArcMap.
- Le « Magnifier » qui joue le rôle de « fenêtre-loupe »
- Le « Viewer » qui peut jouer le rôle d'une fenêtre de visualisation complémentaire indépendante
- La fenêtre « Overview » qui permet de situer l'étendue actuellement affichée dans la fenêtre de visualisation principale par rapport à l'étendue totale des données présentes dans le projet ArcMap en cours.

Pour **ajouter / enlever** une fenêtre ou un panneau :

- Dans le menu principal d'ArcMap/ArcCatalog, utilisez le bouton « Window » (fenêtre) et cliquez sur l'élément à faire apparaître ou disparaître.

Contextualisation 2

Inondation au Pakistan suite à la rupture du barrage de Tarbela



La vallée de l'Indus au Pakistan subi une importante inondation suite à la rupture du barrage de Tarbela dans le district d'Haripur dans le Khyber Pakhtunkhwa. Les villages en aval 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.

Peu de données sont disponibles sur la région. Entre autre, un fichier Excel reprenant les coordonnées des villages le long de la vallée de l'Indus avec le type de construction, en terre ou en dur est disponible, de même qu'un fichier shapefile reprenant les zones touchées par la crue.

→ 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 aval du barrage de Tarbela. Vous devrez :

- créer un nouveau projet ArcMap,
- y insérer les données disponibles,
- prendre connaissance de leur contenu informatif,
- sélectionner les données sur la zone étudiée,
- identifier les villages les plus vulnérables
- et enfin produire un fichier les identifiant.



Contextualisation 2 : Inondation au Pakistan suite à la rupture du barrage de Tarbela

3.3.9. Créer un nouveau projet ArcMap.

Ouvrez un nouveau projet **ArcMap** (voir ci-dessus section 3.3.1), mais cette fois, choisissez

- «Start using ArcMap with: A new empty map »
- Enregistrez ensuite votre nouveau projet à l'aide de la commande « File > Save as » dans le répertoire de votre choix, dans ce cas-ci «D:\Initiation ArcGIS SIG ACE \DATA\3 Add Attribute Selection\» et appelez-le « Tarbela_floods_VotreNOM.mxd ».

3.3.10. Modification des propriétés du bloc de données dans ArcMap.

A l'aide des indications ci-dessous, définissez des degrés décimaux comme unités des coordonnées géographiques de l'interface d'ArcMap.

Les propriétés du bloc de données de l'interface ArcMap sont modifiables via un « clic-droit > Properties... » sur le bloc de données «  Layers » en haut de la table des matières.

Notez la possibilité :

- Dans l'onglet « General », encadré « Units », de modifier les unités des coordonnées géographiques de l'interface d'ArcMap, coordonnées qui s'affichent en bas à droite de l'interface.
- Dans l'onglet « General », « Name : », de modifier le nom du bloc de données. Appelez le « *TARBELA* » (facultatif).
- De modifier le système de coordonnées du bloc de données : confer section suivante.

3.3.11. Définition du système de coordonnées de l'environnement de travail dans ArcMap.

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

Comme vous allez travailler sur une base de données mondiale exprimée dans le système « GCS WGS 1984 », utilisez ce système.

Pour ce faire,

- Faites un clic droit sur le « bloc de données »  Layers dans la « Table des matières » (« Table of contents »)
- Allez dans « Properties... ».
- Dans l'onglet « Coordinate System », vous constaterez qu'il n'y a encore aucun système de coordonnées défini pour ce projet (« No projection »).
- Choisissez « *Predifined \Geographic Coordinate Systems \World\WGS 1984* »

Les informations sur ce système de coordonnées sont présentées dans la fenêtre « Current Coordinate System ».

- Cliquez ensuite sur « OK » et vérifiez le nom et le système de votre bloc de données.

Rem :

- Si vous ne définissez pas d'entrée le jeu le système de coordonnées dans lequel vous voulez travailler dans votre « bloc de données », celui-ci utilisera par défaut le système de coordonnées de la première donnée que vous ajouterez dans ArcMap.
- ArcMap gère facilement, dans une même interface, des fichiers exprimés dans des systèmes de coordonnées différents.

A la « Remarque » clôturant la section 3.3.12.1 ci-dessous vous pourrez visualiser l'effet d'un changement du système de coordonnées du bloc de données sur la représentation spatiale des données.

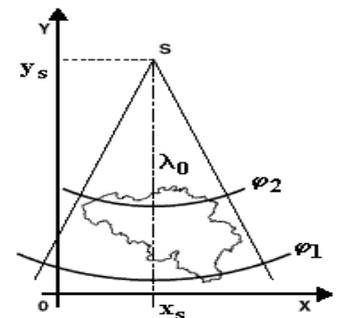
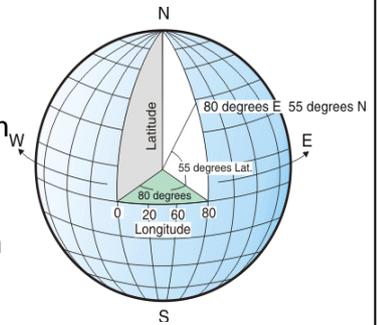
A propos des systèmes de coordonnées !

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
- Il se situe dans le répertoire des systèmes de coordonnées d'ArcGIS « Predifined \ Projected Coordinate Systems \ UTM \ WGS 1984 \ ... » réparti en zone Nord et Sud par rapport à l'équateur.
- Voir également le fichier shapefile « utm_zones_final.shp »

Système **WGS 1984**

- SCG très souvent utilisé
- Il se situe dans le répertoire des systèmes de coordonnées d'ArcGIS « Predifined \ Geographic Coordinate Systems \ World \ WGS 1984 »

En **Belgique**

- En Belgique le système « Belge Lambert 1972 » est le plus traditionnellement utilisé.
- Il se situe dans le répertoire des systèmes de coordonnées d'ArcGIS « Predifined \ Projected Coordinate Systems \ National grids \ Belge Lambert 1972 ».
- 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 !

De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers géographiques !

2 fonctions sont très utiles pour la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers géographiques (Cf. la section 3.3.20 concernant l'utilisation des outils de géotraitement).

La fonction « **Define Projection (management)** »

- Permet de définir le système de coordonnées dans lequel est déjà exprimé un fichier shapefile lorsque l'information sur ce système de coordonnées (normalement contenue dans le fichier avec l'extension « .prj ») est absente du fichier mais connue de l'utilisateur !
- A utiliser lorsque le système de coordonnées est inconnu d'ArcGIS: « Clic droit sur la couche > Properties > Sources > **Coordinate System: Undefined** ». Le message « **Unknown Spatial Reference** » apparaît parfois lors de l'ajout dans ArcMap d'un fichier dont le système de coordonnées n'est pas défini.
- Si vous ne connaissez pas le système dans lequel est exprimé le fichier, tentez d'obtenir l'information via la personne qui vous a fourni le fichier. Si l'information est manquante, le fichier risque de ne pas pouvoir être utilisable.

La fonction « **Project (management)** » :

- Permet de projeter un fichier exprimé dans un certain système de coordonnées connu d'ArcGIS (et donc déjà défini) vers un autre système de coordonnées.

Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers

3.3.12. Ajouter des données.

Vous allez ajouter les données disponibles dans votre projet ArcMap.

Plusieurs méthodes existent pour ajouter des données dans ArcMap :

3.3.12.1. Ajouter des données présentes sur votre PC à l'aide du bouton « Add data »

- Cliquez sur le bouton  vous permettant **d'ajoutez des données géographiques** dans ArcMap.
- Cliquez ensuite sur le bouton  vous permettant de **créer une nouvelle connexion (un raccourci) vers votre répertoire de travail**. Connectez-vous au répertoire où se trouvent toutes vos données, *dans ce cas-ci* : « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA \ »
- Cliquez OK

Votre nouveau répertoire de travail apparaît dans le « Catalog » de la fenêtre « Add Data ».

- Naviguez ensuite jusqu'au répertoire contenant les données dont vous allez avoir besoin pour ce projet en particulier, *dans ce cas-ci* : « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\3 Add Attribute Selection \ »
- Sélectionnez toutes les données *suivantes présentes dans ce répertoire*:

- « 10m_river_lake_centerlines.shp »
- « Indus_downstream_Tarbela_Dam_10km_buffer.shp »
- « countries.shp », qui se situe dans le répertoire « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\1 ArcCatalog Data Exploration\SHAPEFILE\ »
- Cliquez sur « Add ».

Vos données s'ajoutent dans la fenêtre de visualisation.

Visualisez vos données. Si nécessaire modifiez l'ordre des couches dans la table des matières pour que chacune des trois couches soit visibles. Zoomez sur la couche « Indus_downstream_Tarbela_Dam_10km_buffer.shp » (par exemple via un clic-droit sur le nom de la couche puis un « Zoom to layer »). Cette couche correspond à une zone tampon de 10 km de part et d'autre du fleuve Indus en aval du barrage de Tarbela et est sensée identifier la zone maximale dans laquelle l'inondation risque d'avoir des conséquences graves sur les populations.

Remarque : pour visualiser l'effet d'un changement du système de coordonnées du bloc de données sur la représentation spatiale des données:

1. Zoomez sur l'ensemble des pays du monde
2. Modifier le système de coordonnées du bloc de données (confer section 3.3.11 ci-dessus) en choisissant successivement :
 - a. Projected Coordinate Systems > World > Cylindrical Equal Area (world): projection cylindrique conservant les surfaces mais pas les distances et les directions.
 - b. Projected Coordinate Systems > World > Equidistant Conic (world): projection conique ne conservant pas les surfaces
 - c. Projected Coordinate Systems > World > Mercator (world): projection conservant les angles mais déformant les distances
 - d. Projected Coordinate Systems > World > The World from Space: projection donnant une impression de globe
 - e. Projected Coordinate Systems > National Grids > Europe > Belge Lambert 2008: projection centrée sur la Belgique

Les différents systèmes de coordonnées sont définis plus précisément dans l'aide online d'ArcGIS disponible ici:

[http://resources.arcgis.com/fr/help/main/10.2/index.html#/na/003r00000001000000/.](http://resources.arcgis.com/fr/help/main/10.2/index.html#/na/003r00000001000000/)

3.3.12.2. Ajouter des données ponctuelles XY (GPS par exemple) à partir d'un tableur (Excel ou Access par exemple).

Le fichier Excel « Populated_places_PAKISTAN.xls » reprend les principales zones peuplées du Pakistan. Ouvrez ce fichier dans Excel pour en avoir un aperçu. Ce fichier contient les informations suivantes : 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).

Vous allez transformer ce fichier Excel en un fichier shapefile de points dans ArcMap.

Pour **importer des données ponctuelles à partir d'un tableur**,

- Cliquez sur le menu déroulant « Tool » dans la barre de menu principale d'ArcMap

- Sélectionnez « Add XY Data... » 
- Naviguer vers votre tableur localisé dans « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\3 Add Attribute Selection\» et sélectionnez le tableur et la feuille du tableur d'intérêt.
- Sélectionnez les champs de votre tableur qui correspondent aux coordonnées X et Y des points à importer.
- **Spécifier le système de coordonnées** dans lequel sont exprimés vos points à l'aide du bouton « Edit... ». Dans ce cas-ci, vos points sont exprimés en « *Predifined \Geographic Coordinate Systems \World\WGS 1984* » en degrés décimaux. Deux possibilités s'offrent à vous (choisissez la deuxième) :
 - « **Select** », pour naviguer vers le système de coordonnées de vos points XY.
 - « **Import** », pour importer le système de coordonnées à partir d'un fichier de données géographiques déjà existant et ayant le même système de coordonnées que celui de vos points XY. Naviguez donc jusqu'au fichier « countries.shp »
- Cliquez « OK ».

Les points s'affichent à présent dans ArcMap (sinon, faites un zoom to layer, cf. section 3.3.6.) et la couche « *Populated_places_PAKISTAN \$ Events* » s'est ajoutée dans la table des matières. Cette couche ne représente pas encore un « véritable shapefile » permanent et réutilisable. Pour en créer un, vous devez encore l'**exporter**.

Pour **exporter un shapefile** :

- Cliquez droit sur la couche à exporter comme shapefile, dans la table des matières, dans ce cas-ci « *Populated_places_PAKISTAN \$ Events* »
- Choisissez « Data > Export Data »
- Gardez les options par défaut du menu d'exportation (« *All features* » et « *this layer's source data* »)
- Choisissez d'enregistrer ces points dans le répertoire « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\3 Add Attribute Selection \ ».
- Nommez votre fichier « *Populated_places_PAKISTAN.shp* »
- Cliquez « OK »
- Ajoutez le fichier dans votre interface ArcMap

!! Pour une procédure plus générale reprenant les conditions que la construction du tableur doit remplir, voir l'[Annexe 4](#) « **Fiche technique pour l'importation de points GPS (par exemple) dans ArcGIS à partir d'un tableur** ».

3.3.12.3. Ajouter des données disponibles sur un serveur accessible par Internet à l'aide du bouton « Add data » et de « GIS Server ».

(Cette section ne fait pas partie de l'exercice sur le Pakistan. Vous pouvez la sauter et y revenir plus tard.)

Certaines organisations mettent toute une série d'informations géographiques en ligne à l'aide de serveur de type ArcIMS, accessible depuis l'interface d'ArcMap.

Cette section vous indique la marche à suivre pour vous connecter à un de ces serveurs réalisé par la Région Wallonne de Belgique, et en particulier pour avoir accès en mode visualisation au « Plan Photographique Numérique Communal » ou « PPNC ».

- Cliquez sur 
- Cliquez sur  jusqu'à ce que vous remontiez à la boîte « Catalog » dans le menu déroulant « Look in » de la fenêtre « Add Data ».
- Cliquez sur  GIS Servers
- **Etablissez la connexion** avec le serveur d'intérêt en :
 - Cliquant sur le bouton « Add ArcIMS Server »
 - Entrant l'adresse internet suivante « <http://cartopro1.wallonie.be> » dans la fenêtre « URL of Server »
 - Cochant « Just the following-service(s) »
 - Cliquant sur « Get List »
 - Cochant le serveur « PPNC »
 - Cliquant OK

Votre nouvelle connexion au serveur  cartopro1.wallonie.be apparaît dans la fenêtre « GIS Servers ».

- Double-cliquez sur cette connexion
- Cliquez sur le serveur « PPNC »
- Cliquez « Add »

Les données disponibles sur ce serveur s'affichent à présent dans ArcMap. L'étape de connexion au serveur ne devra pas être répétée lors de votre prochaine utilisation d'ArcMap.

Une couche dans ArcMap = un lien qui pointe vers une donnée source !

Lorsque vous ajoutez des données dans ArcMap, vous ne faites que créer un lien qui pointe vers le fichier source et qui permet l'affichage de cette donnée source dans ArcMap. Un **projet ArcMap** (document .mxd) n'est qu'une interface à travers de 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 des blocs de données (système de coordonnées,...). Mais il ne contient pas vos données. Une couche dans ArcMap n'est donc qu'un lien qui pointe vers une donnée source stockée sur un disc dur, une clef USB, etc. Un même fichier peut être affiché de différentes manières dans différents projets ArcMap coexistants.

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

3.3.13. La table d'attribut

Les « données attributaires » d'un fichier de données géographique ou « Table d'Attributs » (le fichier .dbf) sont facilement accessibles dans ArcMap. Ces données sont utilisées fréquemment pour diverses opérations telles la sélection de données, l'utilisation d'une symbologie, etc.

Dans la **table d'attributs** (Figure 4), **1 ligne** (ou un « enregistrement ») **correspond à 1 entité spatiale**. 1 entité spatiale peut être composée de plusieurs polygones ou lignes ou points, distincts spatialement.

Accès à la table d'attributs.

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

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

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

3.3.13.1. Ouverture de la table d'attribut.

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

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

3.3.13.2. L'outil d'identification.

- Cliquez sur l'outil d'identification  de la barre d'outils « Tools »
- Cliquez ensuite sur l'entité spatiale pour laquelle vous désirez accéder à l'information de la table d'attribut.
- Une fenêtre d'identification de cette entité spatiale apparaît et présente toutes les informations de la table d'attribut de cette entité (correspondant à une ligne de la table d'attribut et à toutes les colonnes/attributs de la table).

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 ».

3.3.14. Sélectionner des données.

Afin de travailler sur un set de données réduit et d'y voir plus clair dans votre interface il peut être utile de sélectionner certaines entités spatiales d'intérêt pour pouvoir les exporter comme fichier indépendant.

! 6^{ème} commandement pour travailler correctement en SIG (voir l'Annexe 1 -)

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.

3.3.14.1. 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 3.3.15 « Créer un fichier à partir d'une couche de sélection ». Vous appellerez ce fichier «Pakistan.shp» que vous enregistrerez dans le répertoire « D:\ Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\3 Add Attribute Selection\». ! Après la section 3.3.15, passez aux sections 3.3.14.2 et 3.3.14.3 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 **l'outil de sélection**  (« Select Features Tool ») de la barre d'outils « Tools ».

- Cliquez sur l'outil de sélection
- Cliquez sur la / les entités à sélectionner

Un clic-droit vous donne la possibilité de réaliser les opérations suivantes sur la / les entité(s) sélectionnée(s) :

- Zoomer
- Centrer sans zoomer
- Tout désélectionner



2. Soit **dans la table d'attribut**,

- Cliquez sur le petit carré gris à l'extrême gauche de chaque ligne pour sélectionner l'entité correspondant à cette ligne

Le bouton « Options » de la table d'attribut vous donne la possibilité de réaliser les opérations suivantes sur la / les entité(s) sélectionnée(s) :

- Désélectionner
- Inverser la sélection
- Sélectionner toutes les entités



Afin de faciliter une recherche dans la table d'attribut avant une sélection simple, vous pouvez réaliser un **classement croissant ou décroissant de vos données** selon un champ

particulier, via les boutons  disponibles en cliquant-droit sur un entête de champ de la table d'attribut.

Outre ces méthode de sélection simple, ArcMap permet de réaliser des **requêtes de recherche / sélection d'entités** sur base spatiale et attributaire (section suivantes).

3.3.14.2. 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 3.3.15 « Créer un fichier à partir d'une couche de sélection ».

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

- Cliquez sur « Selction > Select By Attributes... » dans la barre de menu principale de ArcMap
- Choisissez dans le menu déroulant « Layer : » la couche dans laquelle vous voulez créer une nouvelle sélection, dans ce cas-ci, « *Populated_places_PAKISTAN* ».
- Choisissez dans le menu déroulant « Method : » la méthode de sélection, dans ce cas-ci « Create a new selection », pour créer une nouvelle sélection.
- Double-cliquez ensuite sur l'entête de champ [Place_type] dans le premier encadré blanc.

[Place_type] doit apparaitre dans l'encadré blanc inférieur (« SELECT * FROM *Populated_places_PAKISTAN* WHERE : ») où s'écrit votre requête SQL au fur et à mesure que vous l'écrivez.

- Simple-cliquez sur le bouton « = »,
- Cliquez sur l'onglet « Get Unique Values » faisant apparaitre toutes les valeurs existantes pour le champ sélectionné dans le premier encadré blanc, ici [Place_type]
- Double-cliquez sur « 'earth' » dans l'encadré blanc où sont apparus les types de constructions principaux dans les villages.

Votre requête SQL doit être identique à « [Place_type] = 'earth' ».

- Cliquez « OK ».

Dans votre fenêtre de visualisation, les entités spatiales correspondantes à votre requête de sélection sont maintenant sélectionnées (pourtour en bleu clair par défaut). Pour le voir, la couche dans laquelle vous avez réalisé la sélection doit être rendue visible en la cochant dans la table des matières.

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'attribut de la couche « *Populated_places_PAKISTAN* » (clique droit sur le nom de la couche « Communes » > Open Attributes Table ») et activez l'**onglet « Selected »** en bas de la table d'attribut pour n'afficher dans la table d'attributs que les entités (les villages dans ce cas-ci) sélectionnées (en bleu clair par défaut).

La **sélection par attribut** est aussi directement disponible **dans la table d'attributs** des couches vectorielles : « Clic droit sur le nom de la couche > Open Attribute Table > onglet « Options » > Select By Attributes » et l'interface de sélection par attribut pour cette couche apparait.

Le **bouton « Find and Replace »**  Find & Replace... disponible dans les options de la table d'attributs vous permet de chercher et / ou remplacer une certaine valeur dans la table.

Une fois les villages en terre sélectionnés, passez directement à la section « 3.3.15. Créer un fichier à partir d'une couche de sélection » 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 ArcGIS SIG ACE\DATA\3 Add Attribute Selection\».

3.3.14.3. Sélection par Localisation

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.

Vous allez sélectionner les villages en terre qui se situe 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 identifiée par le fichier « Indus_downstream_Tarbela_Dam_10km_buffer.shp »

- Cliquez sur « Selction > Select By Location... » dans la barre de menu principale de ArcMap
- Choisissez dans le menu déroulant « I want to: », et la méthode de sélection, dans ce cas-ci « select features from »
- Sélectionnez la couche « *Populated_places_PAKISTAN_earth* » dans l'encadré blanc « the following layer(s) : »
- Sélectionnez « that : » « Intersect » dans le menu déroulant suivant
- Sélectionnez « the features in this layer : »
« *Indus_downstream_Tarbela_Dam_10km_buffer* » dans le menu déroulant suivant
- Cliquez « OK »

*Vérifiez que vos données ont été correctement sélectionnées dans le fichier et créez un fichier « *Populated_places_PAKISTAN_earth_RISK.shp* » à partir de cette sélection, à l'aide des indications de la section « 3.3.15. Créer un fichier à partir d'une couche de sélection ». Enregistrez ce nouveau fichier dans le répertoire « D:\ Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\3 Add Attribute Selection\». Ce fichier répond à la demande du Croissant Rouge. Votre « Mission Pakistan » est accomplie. 😊 !*

3.3.14.4. Les autres fonctionnalités disponibles pour les sélections

ArcMap propose d'autres fonctionnalités pour sélectionner ou agir sur une sélection. A vous de les découvrir via les chemins suivants :

- Menu principal > Sélection
- Clic droit sur une couche > Sélection
- Dans la table d'attribut > menu « Option »

3.3.15. Créer un fichier à partir d'une couche de sélection ou Exporter un fichier.

Si vous désirez créer un nouveau fichier à partir des entités que vous avez sélectionnées (ou simplement exporter des données vers un nouveau fichier), il vous suffit de :

- Cliquer-droit sur le nom de la couche dont vous voulez exporter les entités sélectionnées (ou sur la couche sans entités sélectionnées dans le cas d'une exportation simple du fichier),
- Choisir « Data > Export Data... »
- Choisir d'exporter les entités sélectionnées (« Selected features ») en utilisant le même système de coordonnées que (« Use the same coordinate system as : ») la couche de données source (« this layer's data source »)
- Cliquer ensuite sur le dossier jaune pour enregistrer le nouveau « shapefile » que vous allez créer dans le répertoire de votre choix à l'aide de l' « Output shapefile or feature class : » box, en lui donnant un nom approprié.
- Cliquer « Save »
- Cliquer « OK ». L'exportation prend un peu de temps.
- Répondre « Oui » à la question « Do you want to add the exported data to the map as a layer ? », pour ajouter le shapefile nouvellement créé dans ArcMap.

Votre nouveau fichier s'affiche dans ArcMap.

- Supprimez (dans la table des matières : clic droit sur la couche > Remove) ou désactivez (décochez) éventuellement le fichier duquel est issu le nouveau fichier créé afin de mieux visualiser ce dernier dans l'interface d'ArcMap (facultatif).

Contextualisation 3

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



La région de Dinangourou dans le centre 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 proposez 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 ArcMap intitulé « **Water management in Mali.mxd** ». Les données et le projet ArcMap se situent dans le dossier « D:\Initiation ArcGIS SIG 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'attribut, 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 (market gardener) versus éleveur (livestock farmer)), et les besoins en eau par personne du village en

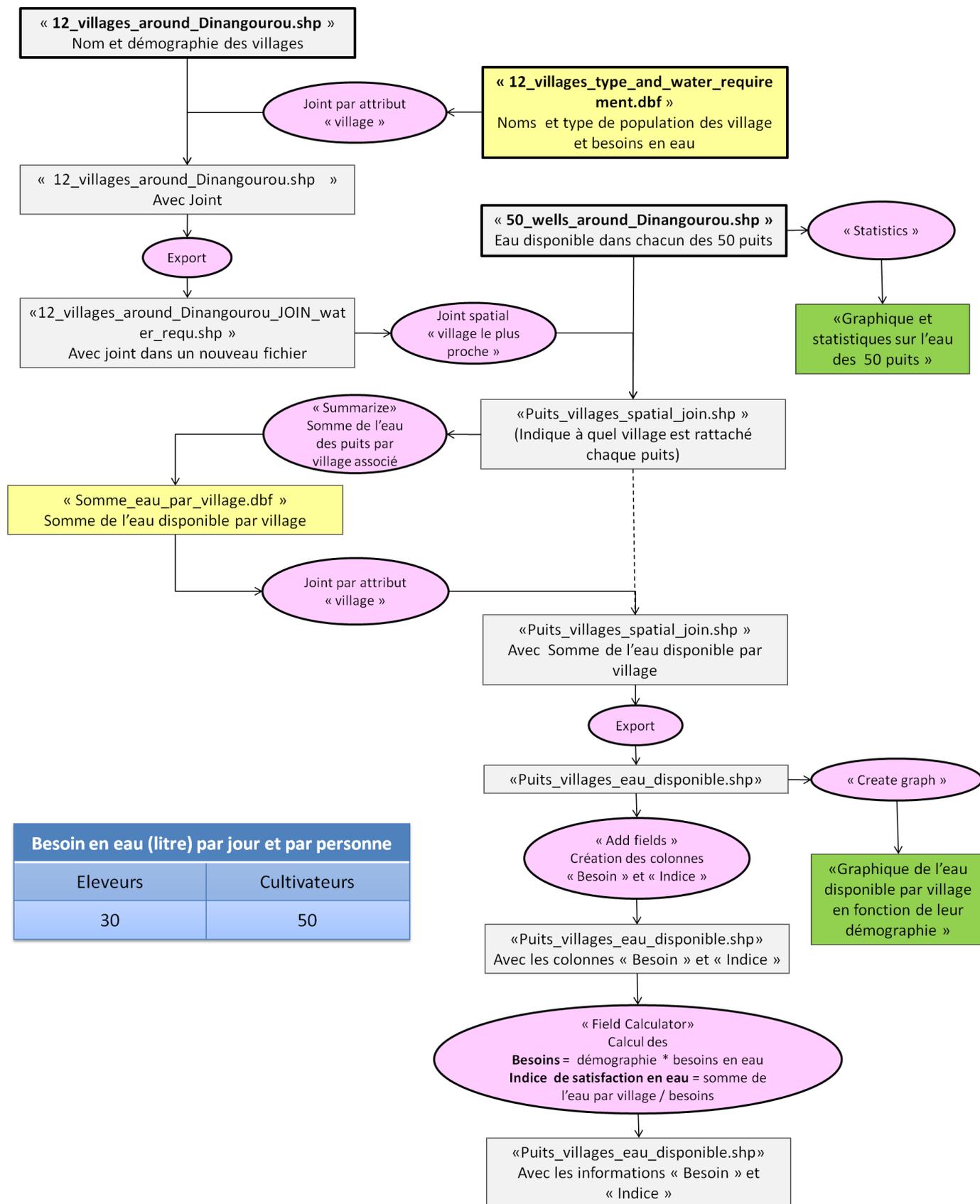
litres par jour. Attention, ce fichier « .dbf » n'est visible dans la table des matières d'ArcMap que via l'onglet « Source » à activer en bas de la table des matières. Pour l'ouvrir faites un « clic droit > open ».

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

Les indications ci-dessous (sections 3.3.16 et 3.3.17) devraient vous permettre de réaliser ces différentes tâches. Un **schéma des opérations** à réaliser vous est également donné à la Figure 9 ci-dessous.

Contextualisation 3 : Aide à la gestion de l'eau dans le centre 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 9: schéma des opérations de l'exercice « Aide à la gestion de l'eau en milieu rural dans le centre du Mali »

3.3.16. Jointure et Relation entre 2 tables.

ArcMap fournit 2 méthodes pour associer entre elles différentes tables (table d'attributs ou autres tables) :

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

Le joint / lien créé entre deux table est actualisé à chaque ouverture du document ArcMap contenant les tables jointes / reliées, de telle sorte que les modifications sont mises à jour.

3.3.16.1. Créer une jointure entre 2 tables

Deux types de jointures existent dans ArcMap :

- 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_2 » peut être associée à plusieurs « entités spatiales différentes » ou « lignes différentes de la table d'attribut » de la « Table_1 » (Figure 10 a).

Dans le cas de jointure **sur base attributaire**, une seule « ligne » de la « Table_2 » peut être associée à une « ligne » donnée de la « Table_1 ».

Dans le cas de jointure **sur base spatiale**, plusieurs « lignes » de la « Table_2 » peuvent être associées à une « ligne » donnée de la « Table_1 » via une agrégation des valeurs de la « Table 2 » en utilisant une formule mathématique simple (somme, moyenne, etc) (Figure 10 b).

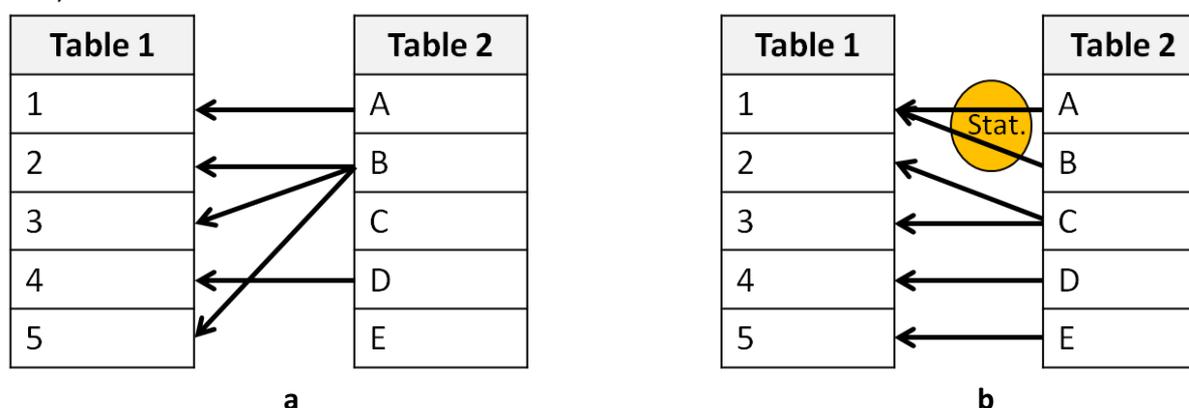


Figure 10 : Mécanisme général de jointure dans ArcMap

3.3.16.2. 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_1 »), 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_2 ») en utilisant le champ commun « Village ».

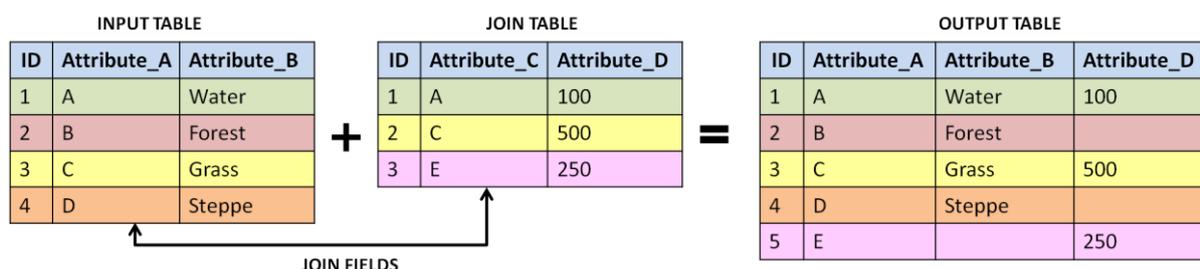


Figure 11 : Mécanisme de jointure basée sur un attribut commun à 2 tables dans ArcMap

Pour établir une jointure basée sur un attribut commun à 2 tables (Figure 11),

- (Fermez la « Table_1 » si elle était ouverte)
- Cliquez-droit sur le nom de la couche (« Table_1 ») à laquelle vous désirez joindre les données d'une autre table (« Table_2 »)
- Choisissez « Joins and Relates > Join... »
- Sélectionnez « Join attributes from a table » dans l'encadré « What do you want to join to this layer? »
 - Choisissez le champ de la « Table_1 » sur lequel vous voulez baser le joint
 - Choisissez la table à joindre à cette couche (« Table_2 »)
 - Choisissez le champ de la « Table_2 » sur lequel vous voulez baser le joint
- Cliquez « OK »

En raison d'un problème inexplicé (un bug d'ArcGIS ?), la « Table_1 » avec les informations jointes peut dans certains cas ne pas être lisible directement et présenter une table vide à l'ouverture. Pour résoudre ce problème,

- Exportez la « Table_1 » contenant le joint dans un nouveau fichier, que vous appellerez « 12_villages_around_Dinangourou_JOIN_water_requ.shp » dans le dossier « 4 Join Relate Stats Compute in table ».

Pour **visualiser votre jointure**, ouvrez la table d'attribut de la « Table_1 » ou du fichier exporté à partir de la table contenant la jointure. Vous constatez que les champs de la « Table_2 » ont été joints à la « Table_1 ».

Pour **annuler une jointure**, cliquez-droit sur le nom de votre couche et allez dans « Joins and Relates > Remove Join(s) > » et sélectionnez le joint à supprimer.

Pour **sauver votre jointure dans un nouveau fichier**, cliquez-droit sur le nom de votre couche et allez dans « Data > Export Data... »...

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.

3.3.16.3. 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_1 »), les informations du village le plus proche contenue dans le fichier « 12_villages_around_Dinangourou_JOIN_water_requ.shp » (« Table_2 »).

Pour établir un joint basé sur la localisation des entités de 2 fichiers

- Cliquez-droit sur le nom de la couche (« Table_1 ») à laquelle vous désirez joindre les données d'une autre table (« Table_2 »)
- Choisissez « Joins and Relates > Join... »
- Sélectionnez « Join data from another layer based on spatial location » dans l'encadré « What do you want to join to this layer? »
 - Choisissez la couche « Table_2 » à joindre à la couche « Table_1 »
 - Le point 2 du menu vous indique quel type de jointure vous réalisez
 - (dans le cas de l'exercice « Mali » : « Points to Points »).
 - Choisissez le type de jointure spatiale que vous désirez réaliser
 - (dans le cas de l'exercice « Mali » : la deuxième option)
 - Choisissez le répertoire et le nom de la couche que vous créez en réalisant cette jointure spatiale.
 - (dans le cas de l'exercice « Mali » : « Puits_villages_spatial_join.shp » dans le dossier « D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\4 Join Relate Stats Compute in table »)
- Cliquez « OK »

La table d'attribut du fichier que vous venez de créer contient les champs initiaux de la « Table_1 » et les champs joints de la « Table_2 ». Selon la méthode que vous aurez choisi, soit un « résumé » des attributs des entités de la « Table_2 », soit l'attribut de l'entité de la « Table_2 » la plus proche de l'entité de la « Table_1 » sera joint aux attributs de la « Table_1 ».

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

3.3.16.4. Créer une Relation entre 2 tables

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

Pour créer une relation entre deux tables,

- Cliquez-droit sur le nom de la couche (« Table_1 ») à laquelle vous désirez relier les données d'une autre table (« Table_2 »)
- Choisissez « Joins and Relates > Relate... »
 - Choisissez le champ de la « Table_1 » sur lequel vous voulez baser le lien

- Choisissez la table à relier à cette couche (« Table_2 »)
- Choisissez le champ de la « Table_2 » que vous désirez relier à la « Table_1 » sur lequel vous coulez baser le lien
- Nommez votre lien, par exemple « Relate 1 ».
- Cliquez « OK »

Vous pouvez accéder à cette relation de 2 manières différentes :

1. Accéder à une relation par la table d'attribut

- Ouvrez la table d'attribut de la couche « I »
- Sélectionnez une entité spatiale / ligne
- Allez dans « Options > Related Tables > Relate1 : Table 2 »

La « Table 2 » s'ouvre avec les entités spatiales / lignes reliées sélectionnées.

2. Accéder à une relation par l'outil d'identification

- Cliquez avec l'outil d'identification  sur une entité de la « Couche 1 »
- Cliquez sur les signes « + » devant le nom de l'enregistrement sélectionné pour accéder aux informations de la table reliée correspondant à cette entité.

3.3.17. Interroger une table d'attribut.

3.3.17.1. Calculer des statistiques dans la table d'attributs

Deux méthodes vous permettent d'obtenir des statistiques sur une table d'attributs.

L'outil « Summarize » (résumer)

L'outil « Summarize » va vous permettre de calculer la somme des quantités d'eau disponibles par groupe de puits rattachés à chacun des villages.

L'outil « Summarize » crée une nouvelle table contenant une seule ligne pour chaque valeur unique du champ sélectionné, et calcule les statistiques pour les autres champs.

- Cliquez-droit sur l'entête d'un champ de la table d'attribut du fichier d'intérêt (*Puits_villages_spatial_join.shp*)
- Cliquez sur « Summarize... »
 - Choisissez le champ à « résumer » (*village*)
 - Choisissez le / les champs pour le / lesquels vous voulez calculer des statistiques (*quantité d'eau journalière des puits, soit la colonne « Well_water »*)
 - et choisissez le type de statistiques (*Sum*)
 - Nommez et enregistrez votre table de statistiques dans le répertoire de votre choix, « *Somme_eau_par_village.dbf* » dans le dossier « ...\\4 Join Relate Stats Compute in table »
 - Cliquez « OK »
- Répondez « Oui » à la question « Do you want to add the result table in the map? » pour ajouter cette table dans votre table des matières, visible en mode « Source » seulement (onglet « Source » de la table des matières) car il n'y a pas de fichier de formes associé à cette table.

Observez cette table et faites vous une idée des quantités d'eau totale disponible par village.

L'outil « Statistics » (statistiques).

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

L'outil « Statistics » permet de calculer les statistiques principales (Nombre total, max, min, Somme, Moyenne, Déviation standard), ainsi qu'un graphique de la distribution de la fréquence des valeurs d'un champ sélectionné.

- Cliquez-droit sur l'entête d'un champ de la table d'attribut
- Cliquez sur « Statistics... »

Remarques :

- Le calcul des **statistiques pour un autre champ** se fait directement via le menu déroulant « Field » de la fenêtre « Statistics of... ».
- Si des **entités sont sélectionnées**, seules celles-ci seront prises en considération pour le calcul des statistiques. Si **aucune entité n'est sélectionnée**, elles seront toutes prises en considération.
- Le calcul des **statistiques d'une sélection** peut se faire également à partir du menu déroulant « Sélection > Statistics... ».

!! Réalisez une jointure attributaire (confer section 3.3.16.2) à partir du fichier « Puits_villages_spatial_join.shp », en utilisant comme joint le champ « village », vers le fichier « Somme_eau_par_village.dbf » afin d'ajouter dans le fichier « Puits_villages_spatial_join.shp », la somme des quantités d'eau disponibles par groupe de puits rattachés à chacun des villages et exportez le fichier résultat dans le dossier « ...\\4 Join Relate Stats Compute in table » sous le nom « Puits_villages_eau_disponible.shp ».

L'outil « Create Graph... » (Création d'un graphique)

L'outil « Create Graph... », disponible dans les « Options » de la table d'attribut, permet de créer toute une série de graphiques basés sur les informations de tables d'attributs.

Utilisez l'outil « Create Graph... » pour avoir une idée des quantités d'eau disponible par village en fonction de leur démographie. Pour ce faire, à partir de la table d'attributs du fichier « Puits_villages_eau_disponible.shp », appelez l'outil « Create Graph » et choisissez comme « Graph type » : « Scatter plot », avec comme « Y field » : « Sum_Well_water », et comme « X field (optional) » : « Demography », sans « légende » et sans « label » ou avec un label correspondant aux noms des villages, ce qui surcharge un peu le graphique. Dans le graphique obtenu (Figure 12), les villages en dessous de la droite de « y=x » présentent le moins bon rapport « eau disponible par habitant », et inversement pour les villages au-dessus de cette droite.

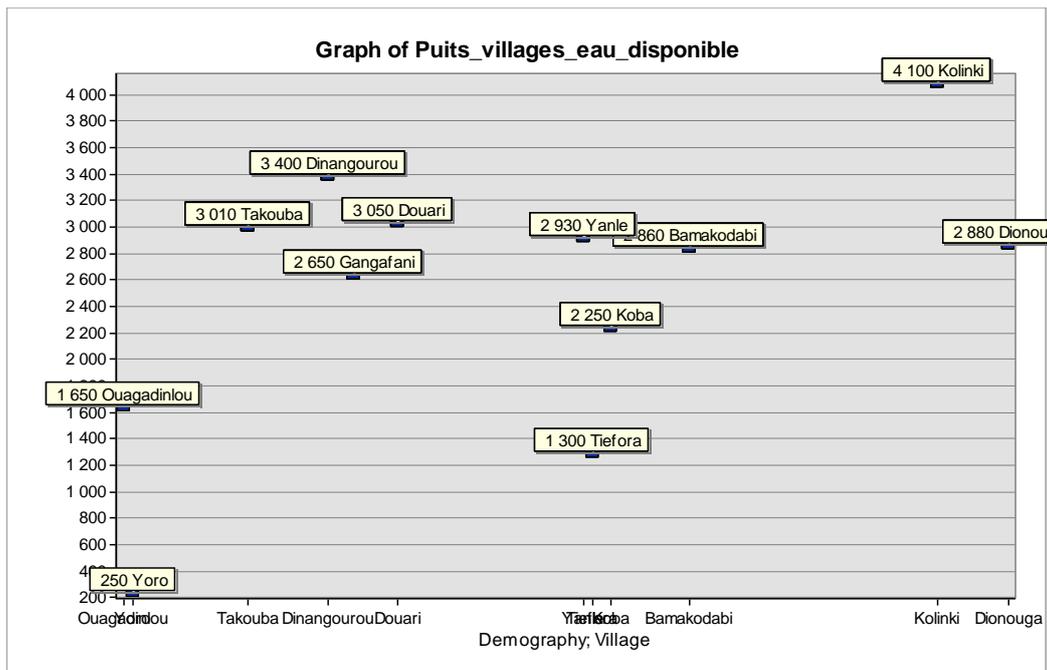


Figure 12 : Graphique obtenu avec l'outil « Crate Graph »

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

A la section suivante, vous allez calculer l'indice de satisfaction en eau pour chaque village. Avant de réaliser ce type de calcul, vous devez créer un nouveau champ dans la table d'attribut qui accueillera le résultat de ce calcul.

A l'aide des indications ci-dessous, créez 2 nouveaux champs dans la table d'attribut du fichier « Puits_villages_eau_disponible.shp »,

1. Un champ que vous appellerez « **Besoin** », qui exprimera les besoins totaux en eau par village en fonction de leur démographie et du type de population (cultivateur versus éleveur). Ce champ sera de type « Double » avec une « Precision » de 12, et une « Scale » de 0.
2. Un champ que vous appellerez « **Indice** », qui exprimera l'indice de satisfaction en eau de chaque village. Ce champ sera de type « Double » avec une « Precision » de 12, et une « Scale » de 3.

- Ouvrez la table d'attribut de la couche (Cliquez-droit sur le nom de la couche > Open attribute Table)
- Cliquez sur l'onglet « Options »
- Choisissez « Add Field... » pour ajouter un champ à la table
 - (Si lors de l'ajout d'un champ, ArcMap affiche un message d'erreur indiquant que l'ajout est impossible car le fichier est en cours d'utilisation (un bug probablement), sauvez votre projet ArcMap et fermez le. Ensuite ouvrez ArcCatalog, naviguez jusqu'au fichier d'intérêt et dans la fenêtre de visualisation, passez en mode « Preview/Table » qui via le bouton « option » vous permettra d'ajouter le champ voulu. Une fois que c'est fait retournez dans ArcMap et continuez la procédure ci-dessous.)
 - Nommez votre champ (pas plus de 10 caractères, pas de caractères spéciaux, pas d'espaces (les espaces peuvent être remplacés par « l'underscore _ »))

- Choisissez le « Type » de format que ce champ devra contenir, ainsi que la « Precision » et la « Scale » le cas échéant (Voir Tableau 1 ci-dessous pour plus d'informations)
- Cliquez « OK »

Le champ que vous venez de créer apparaît comme dernière colonne de la table d'attribut.

| « Data Type » - Type de données | Définition | Intervalles de valeurs possibles | Nombre d'octets |
|--|--|--|-----------------|
| « Short Integer » - Entier court | Valeur numérique entière (sans décimal) dans un certain intervalle | De -32 768 à 32 767 | 2 |
| « Long Integer » - Entier long | | De -2 147 483 648 à 2 147 483 647 | 4 |
| « Float » ou « Single-precision floating-point number » | Valeur numérique décimale dans un certain intervalle | Approximativement, de -3.4E38 à 1.2E38 | 4 |
| « Double » ou « Double-precision floating-point number » | | Approximativement, de -2.2E308 à 1.8E308 | 8 |
| « Text » - Texte | Caractères alphanumériques | | |
| « Date » - Date | Date et / ou temps | | |
| « Precision » | Nombre de chiffres maximum du champ (entiers et décimaux confondus) | | |
| « Scale » - Décimalité | Nombre de chiffres décimaux du champ. (Seulement pour les types « Float » et « Double ») | | |
| « Length » - Longueur | Nombre de caractères maximum du champ (seulement pour le type « Text ») | | |

Tableau 1: Types de données possibles pour les champs de la table d'attribut

3.3.17.3. Utiliser la calculatrice de champ de la table d'attribut

A l'aide des indications ci-dessous, réalisez 2 calculs inter-colonnes à l'aide de la calculatrice de champ pour calculer les valeurs des champs « Besoin » et « Indice ».

1. « Besoin » : utilisez la formule : $[Demography] * [water_requ]$
2. « Indice » : utilisez la formule : $[Sum_well_wa] / [Besoin]$

Vous obtenez de la sorte les indices de satisfaction en eau de chaque village et pouvez 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. « Mission Mali » accomplie 😊 !

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

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

- Cliquez-droit sur l'entête de la colonne dans laquelle vous voulez enregistrer le résultat de votre calcul
- Sélectionnez « Field Calculator... » (et répondez « yes » au message apparaissant)
- Ecrivez la formule dans l'encadré « Nom de la colonne = » à l'aide des menus disponibles
- Cliquez « OK »

La colonne cible se remplit des valeurs calculées.

3.3.17.4. Calculer les aires, périmètres, longueurs et centroïdes (ou coordonnées XY) 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 > Zoom to layer » sur la couche pour la visualiser dans la fenêtre de visualisation. Suivez les indications ci-dessous afin de calculer les superficies des parcelles. Vous devrez préalablement, comme précédemment, créer la (les) colonne(s) qui accueillera les valeurs de superficie des parcelles. Créez donc une nouvelle colonne dans le fichier «Cotton_parcel_Yanle.shp » que vous nommerez « Superficie », de type « Double » avec une « Precision » de 12, et une « Scale » de 3 (confer ci-dessus). Attention, pour calculer des aires (superficies) ou périmètres, il faut que le système de coordonnées du bloc de données soit un système « projeté » et non pas un système « géographique » comme c'est le cas pour le moment (« GCS_WGS_1984 »). Changez donc le système de coordonnées du bloc de données en cliquant droit sur le bloc de données ( Layers) et en allant dans « Properties... / Coordinate System / Projected Coordinate Systems / UTM / WGS 1984 / Northern Hemisphere / WGS_1984_UTM_Zone_30N ». Ce système projeté est adapté à la zone étudiée.

L'outil « **Calculate Geometry** », disponible via un clic-droit sur l'entête d'une colonne dans une table d'attributs, présente des fonctions de calculs préenregistrés permettant de calculer les aires, périmètres, longueurs, centroïdes ou coordonnées XY, d'entités spatiales selon leur type (point, ligne, polygone).

- Cliquez-droit sur l'entête de la colonne « aires » OU « Périmètres » OU « Centroïdes »
- Sélectionnez « Calculate Geometry...»
- Choisissez « Area » OU « Perimeter » OU « X Coordinate of Centroid » Ou « Y Coordinate of Centroid »
- Choisissez le système de coordonnées à employer
- Choisissez les unités (attention il y a un bug dans ArcMap 9.3 : si vous utilisez des hectares pour calculer des superficies ArcMap calcul la superficie au carré) : utilisez plutôt des km² par exemple).
- Cliquez « OK »

Tapez « Field Calculator » dans l'index de l' « ArcGIS Desktop Help » et choisissez « Field Calculator dialog (table window) ». Remarquez qu'il est possible de calculer aires, périmètre, etc, à l'aide de la calculatrice de champ (section « Common VBA geometry calculations in the Field Calculator ») et de réaliser des calculs avancés à l'aide de lignes de codes en VBA.

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. La carte a été légendée, scannée, puis géoréférencée dans ArcGIS. Cette carte est disponible en format « .tif » (raster) dans le répertoire « ... DATA\5 Edition et création de données\AKBAR_Community map_GEOREF.tif ».



Figure 13 : 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 3.3.18) pour insérer ces éléments dans votre SIG. Attention, de choisir le bon format de fichier shapefile pour chaque type d'aménagement :

- Eolienne et point d'eau : shapefile de type « point »
- Parcelles de potager : shapefile de type « polygone »
- Réseau d'égouttage : shapefile de type « ligne »

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 présentent dans le projet ArcMap « Participatory GIS Philippines.mxd » disponible dans le répertoire « ... DATA\5 Edition et création de données ».

Contextualisation 4 : SIG participatif aux Philippines

3.3.18. Edition et création de données géographiques.

3.3.18.1. Edition (modification) de données dans ArcMap.

Une fois ouvert le projet ArcMap « Participatory GIS Philippines.mxd » 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.

ArcMap 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.

TOUTES les couches d'un même répertoire, d'un même espace de travail, ou d'une même géodatabase peuvent être mise à jour dans une même session d'édition.

Pour éditer un fichier,

- *Remarque préliminaire : la procédure décrite ci-dessous correspond aux versions d'ArcGIS antérieures à la version 10. Les outils d'édition se présentent quelque peu différemment pour les versions 10.0 et suivantes mais restent très intuitifs.*
- Faites apparaître la barre d'outils « d'édition des données géographiques » (confer figures ci-dessous pour ArcGIS 9.2 et 10.1) :
 - Soit, cliquez sur le bouton de raccourcis 
 - Soit, Cliquez sur le menu déroulant « View » de la barre de menu principale d'ArcMap et Choisissez « Toolbars > Editor »

ArcGIS 9.2



ArcGIS 10.1



- Ajoutez (si ce n'est déjà fait) dans votre projet ArcMap le fichier que vous voulez éditer. Si ce fichier est un fichier nouvellement créé dans ArcCatalog, sans entités spatiales, rien n'apparaîtra dans la fenêtre de visualisation mais le fichier viendra s'ajouter comme une nouvelle couche « vide » dans la table des matières.
- Cliquez sur « Editor > Start Editing » de la barre d'outil « Editor » pour commencer une session d'édition de vos données géographiques.
- Sélectionnez, dans la fenêtre « Start Editing » qui s'ouvre, le répertoire source « Source » qui contient le fichier que vous voulez éditer. Les fichiers contenus dans le répertoire que vous pouvez sélectionner dans la colonne « Source » s'affiche dans l'encadré gris du dessous.
- Cliquez « OK »

- (Sélectionnez votre fichier dans la fenêtre « Starting To Edit In a Different Coordinate System » si celle-ci apparaît.)
- Cliquez sur le bouton « Start Editing »

La barre d'outils d'édition « Editor » est maintenant activée. Avant d'éditer vos données à proprement parler, réglez les paramètres de cette barre d'outils :

- Sélectionnez, dans le menu déroulant « Target : » (cible), le fichier que vous voulez éditer.
- Sélectionnez, dans le menu déroulant « Task » (tâche) le type d'opération que vous voulez réaliser, « Create New Feature » si vous voulez « créer une nouvelle entité »

Et

- Zoomez sur la partie à éditer. Au plus vous zoomerez, au plus votre édition sera précise.
 - Vous pouvez également choisir une « Snapping Tolerance », c'est-à-dire une distance à partir de laquelle 2 « vertex » sont fusionnés automatiquement (Cf. ci-dessous la section « Définir l'environnement de capture d'une session d'édition »).

Les outils utiles à l'édition spatiale de vos données sont disponibles dans le menu déroulant « Sketch Tool » (illustration à droite).

Le crayon  permet de dessiner des points, lignes (ensemble de points reliés non fermé) ou polygones (ensemble de points reliés et fermé).

- Un clic-droit crée un vertex (= point constitutif d'une entité spatiale).
- Le dernier vertex créé est rouge.
- Pour terminer une ligne ou un polygone, faites un double-clic gauche.
- Pendant la construction d'une entité, un clic-droit vous donne accès à une série d'option de dessin dont le « Delete Sketch » pour effacer l'entité que vous construisez et le « Finish Sketch » pour terminer votre entité.
- Les flèches   peuvent également être utilisées pour effacer / recréer un vertex ou une entité.
- Lors du dessin de lignes ou polygones, la touche F8 vous permet de passer en mode « streaming » pour dessiner facilement des courbes de manière continue.

La flèche noire « Edit tool »  vous permet de :

- sélectionner l'entité à éditer (simple clic) et
- d'en faire apparaître les « vertex » (double-clic)
- L'entité sélectionnée peut-être supprimée (« clic-droit sur l'entité sélectionnée à supprimer > Delete ») ou éditée (pour déplacer un vertex, placez-vous au-dessus, sélectionnez-le et déplacez-le ; pour supprimer un vertex : « clic-droit sur le vertex > Delete Vertex » ; pour insérer un vertex : « clic-droit sur le périmètre de l'entité > Insert Vertex »).

Pour sélectionner une entité en mode édition sans risque de la déplacer par un faux mouvement, utilisez la flèche de sélection  plutôt que la flèche d'édition .

- Zoomez sur l'endroit à éditer dans la fenêtre de visualisation



Définir l'environnement de capture d'une session d'édition.

Lorsque le dessin de certaines entités spatiales requière une certaine précision, pour que par exemple des entités soient parfaitement jointives, il est nécessaire d'activer l'outil « Snapping » (**ajustement automatique**) contrôlant une session d'édition. Cet outil permet de définir une « Snapping tolerance » (une distance) à partir de laquelle 2 « vertex » (= point constitutif d'une entité spatiale) voisins sont fusionnés automatiquement. Afin d'utiliser cette fonctionnalité :

1. Il faut qu'une session d'édition soit ouverte
2. Réglez la « Snapping tolerance » via le menu « Editor > Options... > General > Snapping tolerance: » en indiquant la valeur souhaitée.
3. Définissez le(s) fichier(s) sur lesquels appliquer le « snapping » et le type de « snapping » (« Vertex », « Edge », « End ») via le menu « Editor > Snapping... » en cochant les cases adéquates.

Edition de la table d'attribut.

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

- Vos éditions dans la table d'attribut devront respecter le format prédéfinis des colonnes (texte, date, chiffre entier, chiffre décimal, etc).
- Il n'est pas possible d'ajouter un nouveau champ lorsqu'une session d'édition est ouverte. Pour ajouter un nouveau champ dans une table d'attribut, fermez la session d'édition encours et ajouter le champ. Rouvrez une session d'édition pour éditer ce champ.
- Pour visualiser l'entité spatiale que vous éditez dans la table d'attribut, sélectionnez-la,
 - Soit, dans la fenêtre de visualisation, à l'aide de la flèche de sélection 
 - Soit, dans la table d'attribut, en cliquant sur le carré gris à gauche de la ligne identifiant l'entité

Sauvez et terminer 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 du menu d'édition, cliquez sur :

- « Save Edits », puis
- « Stop Editing »

3.3.18.2. Création de nouvelles données dans ArcCatalog.

A l'aide des indications ci-dessous, vous allez créer 3 nouveaux shapefiles qui accueilleront les informations relatives aux points d'eau potable, au potager biologique communautaire et à l'installation du réseau d'égouttage. Il vous faudra d'abord créer ces shapefiles dans ArcCatalog, puis les éditer, comme ci-dessus avec les éoliennes, dans ArcMap. Vous travaillerez dans le répertoire « ... DATA\5 Edition et création de données ».

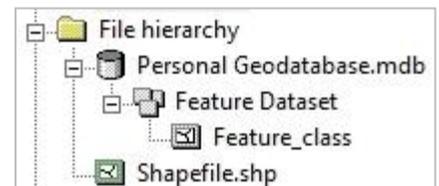
Pour la création de fichier dans ArcCatalog, passez les sections concernant la création d'une « géodatabase », d'un « jeu de classes d'entités » et d'une « classe d'entités », pour suivre directement les indications de la section « Créer un nouveau « Shapefile » (ArcCatalog) » à la page 52.

Pour **créer un nouveau fichier** de données géographiques, **deux possibilités** s'offrent à vous :

- Soit, **exporter ou copier** un fichier ou une partie de fichier existant vers un nouveau fichier, dans ArcMap ou ArcCatalog (*ne pas utiliser cette possibilité dans le cas de l'exercice « Philippines »*)
- Soit, **créer un nouveau fichier « vide » dans ArcCatalog et l'éditer (ou construire) dans ArcMap**. Lors de la création d'un nouveau fichier indépendant d'un fichier existant, **VOUS DEVEZ TOUJOURS D'ABORD CREER UN FICHIER VIDE DANS ARCCATALOG (voir ci-dessous) et ENSUITE L'EDITER (le remplir) DANS ARCMAP (voir ci-dessus)**.

Créer une nouvelle géodatabase (ArcCatalog)

Une « geodatabase » est une structure hiérarchique (illustration ci-joint) reprenant un ensemble de jeux de données géographiques dans ArcGIS. Ces jeux de données peuvent être de différents types : jeu de classes d'entités (« feature dataset »), classes d'entités (« feature classes »), « attribute tables », et bien d'autres.



Pour **créer une nouvelle géodatabase** :

- Ouvrez ArcCatalog en cliquant sur le bouton de raccourcis  dans ArcMap.
- Naviguez jusqu'au répertoire dans lequel vous désirez créer votre nouvelle géodatabase,
- Cliquez-droit sur le dossier dans laquelle vous voulez créer votre géodatabase,
- Choisissez « New > Personal Geodatabase » pour créer une nouvelle géodatabase
- Cliquez-droit sur le nom de la géodatabase et choisissez « Rename » pour la renommer en « Geodatabase Votre NOM »

!! Remarquez que lors de la création d'un nouveau fichier (ou d'une nouvelle table), les noms comprenant des caractères spéciaux, des espaces ou plus de 13 caractères sont à proscrire : bien que compatibles avec certaines fonctions de bases, ils sont incompatibles avec les options avancées. Comme pour tout fichier informatique, pensez néanmoins à donner des noms le plus explicite possible.

Créer un nouveau « Jeu de classes d'entités » dans une géodatabase (ArcCatalog)

Un « jeu de classes d'entités » est, dans ArcGIS, une structure hiérarchique reprenant un ensemble de classes d'entités (« feature classes ») pouvant être de types différents (points, lignes, polygones) et qui partagent une même référence spatiale (même système de coordonnées).

Pour **créer un nouveau « jeu de classes d'entités »** :

- Cliquez-droit sur le nom de la géodatabase et choisissez « New > Feature Dataset... » pour insérer un nouveau jeu de classe d'entités dans votre géodatabase
- Nommez votre « nouveau jeu de classe d'entités » dans la fenêtre « New feature Dataset > Name : » qui apparaît
- Cliquez sur « Suivant »

- Choisissez le système de coordonnées de votre « jeu de classes d'entités »
- Cliquez sur « Suivant »
- (Choisissez ou pas un système de coordonnées pour les données « Z »)
- Cliquez sur « Suivant »
- Choisissez la résolution par défaut :
 - une « XY Tolerance » de 0.001 mètre par exemple donnera une précision du plan XY du système de coordonnées de 1 mm ;
 - une « Z Tolerance » de 0.001 mètre par exemple donnera une précision de l'élévation (altitude ou profondeur) du système de coordonnées de 1 mm,
 - (une « M Tolerance » de 0.001).
- Cliquez sur « Finish »

Créer une nouvelle « Classe d'entités » dans un « Jeu de classes d'entités » (ArcCatalog)

Une « classe d'entités » est, dans ArcGIS, un ensemble d'entités spatiales (une entité spatiale correspond à un objet du monde réel tel que représenté sur une carte) présentant le même type de géométrie (points ou lignes ou polygones) et qui partagent une même référence spatiale (même système de coordonnées) et les mêmes attributs.

Pour **créer une nouvelle « classe d'entités »** :

- Cliquez-droit sur le nom de votre nouveau jeu de classes d'entités « New Feature Dataset » et choisissez « New > Feature Class... » pour insérer une nouvelle class d'entités dans votre « jeu de classes d'entités ».
- Nommez-la dans « Name : »
- Choisissez le type d'entités que vous voulez créer, (polygones, lignes, points, etc)
- Cliquez sur « Suivant »

L'interface qui apparaît vous permet de construire la table d'attribut du fichier vectoriel que vous créez en spécifiant les champs (colonne de la table) et leur type (format, etc). 2 champs indispensables existent par défaut :

- « Objectid », l'identifiant unique de chaque ligne dans une table
- « SHAPE » définissant le type de géométrie de vos entités.
- Ajoutez un nouveau champ dans votre table d'attribut en construction :
- Nommez votre nouveau champ en cliquant sur une case blanche vide de la colonne « Field Name » et nommez-le
- Choisissez le type de donnée que ce sera dans la colonne « Data Type » (Text, Date, Double, etc).
- Précisez les paramètres affaissant au « Data Type » choisi (longueur, décimalité, etc).
- Cliquez sur le bouton « Finish »

Créer un nouveau « Shapefile » (ArcCatalog)

Un shapefile est un fichier de données vectorielles (points ou lignes ou polygones) enregistrant la localisation, la forme, les attributs etc. des entités géographiques.

Pour **créer un shapefile** :

- Cliquez-droit sur le dossier dans laquelle vous voulez insérer le nouveau shapefile
- Choisissez « New > Shapefile... »

- Nommez-le dans l'encadré « Name : »
- Choisissez le type d'entité (« Feature Type : ») que ce shapefile représentera
- Sélectionnez le système de coordonnées dans l'encadré « Spatial Reference » en cliquant sur le bouton « Edit ...»
 - Soit, sélectionnez le système de coordonnées avec le bouton « Select »
 - Soit, importez le système de coordonnées à partir d'un fichier ayant le système de coordonnées que vous voulez utiliser, en cliquant sur « Import ». Naviguez ensuite jusqu'à ce fichier, sélectionnez le, cliquez « Add », cliquez « OK »
- Cliquez « OK »

Remarquez qu'un fichier « Jeu de classes d'entités » ou « Shapefile » ne peut contenir des données que d'un seul type de géométrie : point OU ligne OU polygone OU...

Pour modifier certaines propriétés de votre nouvelle « Classe d'entités » ou nouveau « Shapefile », cliquez-droit sur le fichier dans ArcCatalog et allez dans « Properties... ». Vous pouvez notamment ajouter des champs via l'onglet « Fields ».

Les fichiers créés de la sorte dans **ArcCatalog** sont « vides » (ne contient aucune entité spatiale). Pour « remplir » ou « éditer » ces fichiers, vous devrez (confer la section 3.3.18.1 ci-dessus) :

- retourner dans **ArcMap**,
- ajouter ces fichiers dans votre projet ArcMap et
- ouvrir une session d'édition sur les fichiers à éditer.

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 dans le dossier « ... \Initiation ArcGIS SIG 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 ArcGIS et la géoréférencer. Vous travaillerez dans le projet ArcMap « ... \DATA \6 Georeferencing \Georeferencing in Guatemala.mxd ».

Les indications ci-dessous (section 3.3.19) 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 « Predifined \Geographic Coordinate Systems \World \WGS 1984 ». Vous géoréférencerez cette carte par rapport aux frontières du Guatemala disponibles dans le fichier « countries.shp ».

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

3.3.19. Géoréférencement.

Le géoréférencement est utile pour positionner correctement dans l'espace un fichier, de type raster, non géoréférencé, par exemple une carte papier ou une image aérienne. 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 JPG dans ArcGIS

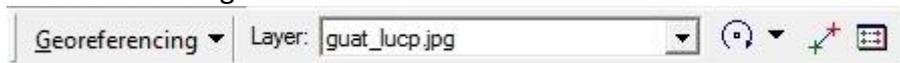
- **Géoréférencement** de la carte JPG dans un format « .tif » par exemple comprenant un positionnement dans l'espace et un système de coordonnées.
- Vectorialisation de la carte par création d'un shapefile reprenant les entités spatiales de la cartes (routes, sources, etc) (Confer section 3.3.18)
- Edition des attributs du shapefile (type de route, débit des sources, etc) (Confer section 3.3.18)
- Obtention d'une carte digitale vectorielle géoréférencée.

Pour géoréférencer un fichier,

- Ouvrez un projet ArcMap.
- **Système de coordonnées ! (1/2)**
 - Identifiez le système de coordonnées dans lequel est exprimée la carte à géoréférencer. Cette information est en principe toujours présente sur une carte. Si elle est absente, à vous de faire la meilleure supposition.
 - Dans ArcMap, attribuez ce système de coordonnées au bloc de données (en haut de la table des matières de votre projet ArcMap) qui contient le fichier à géoréférencer. Dans les versions d'ArcGIS 10 et suivantes, ce système de coordonnées du bloc de données sera automatiquement attribué à la couche à géoréférencer lors de l'opération « Rectify » décrite plus loin ci-dessous.
- **Référence !** Le géoréférencement doit se faire par rapport à une référence spatiale. Deux possibilités existent :
 - Utiliser une donnée de référence déjà géoréférencée, visible également sur l'image à géoréférencer, par exemple des limites administratives. *La suite de la procédure décrite ci-dessous concerne ce cas-ci.*
 - Utiliser les coordonnées présentes sur l'image à géoréférencer (si c'est une carte par exemple, elle comprendra sûrement une grille de coordonnées géographiques) et les comparer aux coordonnées de votre interface ArcMap dont vous choisirez les unités pour les faire correspondre aux unités utilisées dans la carte (confer section 3.3.10).
- Ajoutez dans ArcMap le fichier de référence par rapport auquel vous voulez géoréférencer votre image, par exemple une carte déjà géoréférencée, un fichier vectoriel de limites administratives, de cours d'eau ou de points GPS...
- Ajoutez dans ArcMap le fichier numérique contenant les données que vous voulez géo-référencer
 - Lors de l'ajout de ce fichier, répondez « non » lorsqu'une fenêtre vous demande si vous voulez créer des « pyramids »
 - Ce fichier s'affiche dans votre table des matières et, n'ayant pas de référence spatiale, s'affiche de manière arbitraire dans votre interface ArcMap.
- Pour visualiser votre fichier à géoréférencer :
 - Cliquez-droit sur le nom de la couche et choisissez « Zoom To Layer ».
- Cliquez éventuellement sur  pour vous rendre compte du non géoréférencement du fichier.
- Zoomez sur la zone de votre fichier de référence correspondant à l'étendue approximative du fichier à géoréférencer.
- Si votre fichier de référence est de type vectoriel, placez-le au-dessus du fichier à géoréférencer dans la table des matières d'ArcMap afin que ce dernier ne soit pas

caché. Si votre fichier de référence est de type « polygones », choisissez une symbologie avec fond transparent et bordures bien visibles (Cf. ci-dessous et la section « 3.3.24.2 Symbologie des données. » à la page 77 pour plus d'information sur la symbologie des fichiers).

- Dans la table des matières, double cliquez sur le symbole de la couche de référence de type « polygon » et choisissez « No Color », dans l'encadré « Options > Fill Color », et la couleur rouge comme « Outline Color », la fenêtre « Symbol Selector ». Et cliquez « OK ». Vous pourrez de la sorte voir votre fichier à géoréférencer à travers la couche « polygon » clairement visible.
- Faites apparaître la **barre d'outils de géoréférencement** (« Georeferencing », illustration ci-dessous) dans ArcMap à l'aide de l'onglet « Tools » de la barre de menu principale d'ArcMap :
 - Cliquez sur « Tools > "Customize"... » > onglet « Toolbars » > cochez la case « Georeferencing » > Close ».



- Dans le menu déroulant de la barre d'outils « Georeferencing », sélectionnez le fichier à géoréférencer pour que les opérations que vous réaliserez avec cet outil agissent sur ce fichier.
- Dans le menu déroulant « Georeferencing » (flèche noire vers le bas), cliquez sur « Fit To Display ». Votre fichier à géoréférencer s'ajuste à la fenêtre de visualisation actuelle.
- **Système de coordonnées ! (2/2)** (opération à faire uniquement pour les versions d'ArcGIS antérieure à ArcGIS 10)
 - Dans ArcMap, à l'aide de la fonction « Define » disponible dans l'ArcToolbox, définissez le système de coordonnées du fichier à géoréférencer (cf. Note 3 : De la gestion des systèmes de coordonnées des fichiers à la page 27)
 - Si l'image à géoréférencer a bougé après l'utilisation de la fonction « Define », recliquez sur « Fit To Display » pour réajuster l'image.
- Cliquez sur le bouton de la « table des liens » ou « table des points de contrôles » . Cette table reprend les points de contrôle que vous allez créer, avec leurs coordonnées XY « Source » et « Map » ainsi que, à partir du quatrième point, l'erreur résiduelle commise pour chaque point et l'erreur quadratique moyenne du géoréférencement total (« RMSError – Root Mean Square Error ») vous indiquant la cohérence/précision de votre géoréférencement.
- « Zoomez » à l'aide de l'outil  (tracer un cadre de sélection) sur une zone présentant une même caractéristique de forme, bien identifiable à la fois sur la couche de référence et sur la couche à géoréférencer, par exemple, un angle d'une limite administrative. 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,...)
- Cliquez sur le bouton d'ajout de points de contrôle , puis avec cet outil, cliquez sur le point identifié ci-dessus du fichier à géoréférencer ou « source », puis cliquez

sur le point correspondant sur le fichier de référence ou « cible » (« target ») déjà géoréférencé) afin de déplacer le point à géoréférencer vers sa position de référence.

- Faites de même (Attention : dans le sens « **Source vers Cible** » !!) pour quelques autres points jusqu'à ce que votre résultat vous satisfasse. N'hésitez pas utiliser les outils de Zoom pour améliorer votre précision pendant une procédure d'ajout d'un point de contrôle, par exemple :
 - Zoomez ( ...) sur votre point de contrôle « source » sur la couche à géoréférencer
 - Cliquez sur  et placez votre point de contrôle « source » sur la couche à géoréférencer
 - Zoomez ( ...) sur votre point de contrôle « cible » sur la couche de référence
 - Cliquez sur  et placez votre point de contrôle « cible » sur la couche de référence

Vérifiez également les résidus de chaque point et le RMSE dans la « table des points de contrôles » que vous pouvez éventuellement enregistrer.

Vous pouvez supprimer un point de contrôle présentant un résidu trop grand : sélectionnez-le et cliquez sur le bouton de suppression de la table .

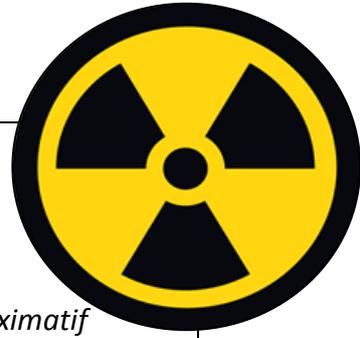
Lorsque vous estimez le géoréférencement correct, vous devez encore « Rectifier » votre carte des sols pour l'enregistrer dans sa nouvelle position. Si vous oubliez cette étape, vos opérations précédentes n'auront servi à rien.

- Cliquez sur « Georeferencing > Rectify... »
- Dans la fenêtre qui s'ouvre « Save As », indiquez les paramètres adéquats, dans ce cas-ci : « Cell Size » par défaut, « Resample Type » Nearest Neighbor (for discrete data) (ré-échantillonnage par la méthode du plus proche voisin), votre « Output Location » où vous allez enregistrer votre fichier géoréférencé, le « Name » du fichier : et le « Format » de l'image : Tif, par exemple
- Cliquez « Save »

La « rectification » peut prendre un certain temps.

- Ajoutez votre fichier rectifié dans votre projet ArcMap et vérifiez que le géoréférencement s'est fait correctement.
- Sauvez puis supprimez les points de contrôle de l'interface d'ArcMap avec le menu déroulant de l'outil « Georeferencing ».

Pour mieux comprendre les concepts de géoréférencement (RMSE, types de ré-échantillonnage, etc), tapez « georeferencing » dans l'index de « ArcGIS Desktop Help » et consultez les différentes rubriques présentées.



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 100 km.



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

- « NuclearReactors2011.shp », reprenant l'ensemble des centrales nucléaires du monde. La colonne « Plant » reprend le nom des centrales.
- « India_population_per_district.shp », reprenant la démographie indienne par district dans la colonne « Pop » (avec des « 0 » pour les districts pour lesquels l'information est manquante).

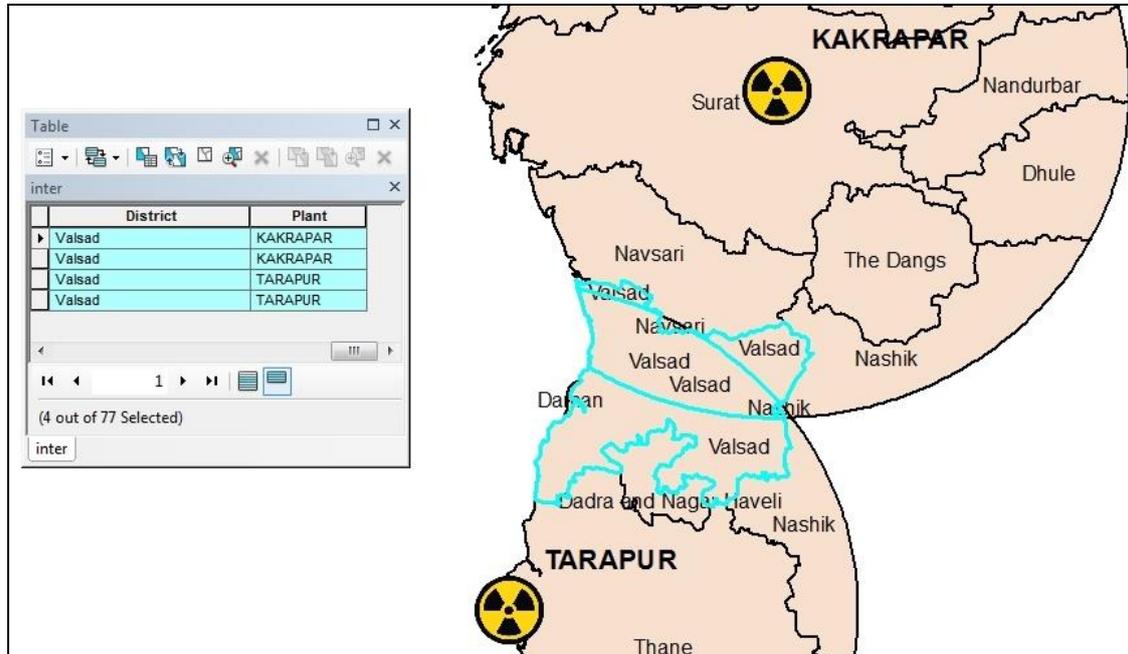
La **démarche** à suivre pour réaliser cette étude à l'aide d'un SIG est la suivante :

1. Créer un fichier de zones tampons (« buffer ») de 100 km à partir du shapefile « NuclearReactors2011.shp », que vous appellerez « NuclearReactors2011_Buffer_100km.shp ». Les paramètres de la fonction « Buffer » à utiliser sont : buffer de type « linear unit » de 100 km. Les autres paramètres sont à laisser par défaut.
2. Réaliser une « intersection » (« Intersect ») entre le fichier des zones tampons autour des centrales et celui de la population indienne par district que vous appellerez « Nuclear_Buffer_100km_inter_pop.shp ». Les autres paramètres sont à laisser par défaut.
3. Simplifier le fichier « Nuclear_Buffer_100km_inter_pop.shp » afin que celui-ci ne contienne plus, dans chaque zone tampon (c'est-à-dire, pour chaque centrale), qu'un seul enregistrement (une seule ligne de la table d'attribut) par district, afin de ne pas comptabiliser deux fois le même district dans le calcul de la population affectée. En effet, l'opération d'intersection a parfois segmenté les districts se trouvant à la limite des zones tampon en plusieurs entités spatiales distinctes (confer l'illustration ci-dessous pour les Districts de Valsad, pour les centrales de Kakrapar et Tarapur). Cette simplification se fera à l'aide de la fonction « Dissolve » à partir du fichier « Nuclear_Buffer_100km_inter_pop.shp » en choisissant comme paramètres : « Dissolve fields », cochez les colonnes « Plant » et « District » ; « Statistics Fields » : les « Fields » « Pop », « Plant » et « District » avec la « Statistic Type » « First » (conservation de la première valeur rencontrée dans la table par combinaison « centrale-district »). La simplification se fait donc par combinaison unique de « Plant-

District » :

- « District » car certains Districts sont segmentés en plusieurs entités spatiales par les zones tampons
- « Plant » pour comptabiliser pour chaque centrale indépendamment un District qui se trouve dans les zones tampons de plusieurs centrales.

Le fichier résultant de l'opération s'appellera
«Nuclear_Buffer_100km_inter_pop_disso.shp »



4. Calculer la somme des personnes impactées par centrale nucléaire à partir de la table d'attribut du fichier «Nuclear_Buffer_100km_inter_pop_disso.shp », à l'aide de la fonction « Summarize » présentée plus haut à la section 3.3.17.1 en la paramétrant comme suit : 1) « Select field to summarize » : « Plant » ; 2) Statistics : «Sum » de « First pop » ; 3) fichier de résultat (« Somme des populations des districts compris dans un rayon de 100 km autour de chacune des centrales »).

Les **indications** ci-dessous (section 3.3.20) vous aideront à réaliser cette étude. Vous travaillerez dans le dossier «...\DATA\7 Geoprocessing ».

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

3.3.20. Utiliser l'assistant 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 SIG, organisés en « boîtes à outils » (« Toolboxes ») dans « ArcToolbox » .

Pour **ouvrir ArcToolbox**,

- Cliquez sur l'icône « ArcToolbox »  dans la barre d'outils « Standard » d'ArcMap.

Pour **chercher un outil dans « ArcToolbox »** :

- Utilisez l'onglet « Favorites » pour les chercher par thème ou
- Utilisez l'onglet « Index » si vous connaissez le nom de l'outil à utiliser
- Utilisez l'onglet « Search » pour chercher un outil par mot clef

Dans la cadre de ce TP, 3 outils seront utilisés:

- « **Buffer** » : crée une zone tampon à partir d'un fichier vectoriel
- « **Intersect** » : intersecte 2 couches de données géographiques
- « **Dissolve** » : agrège des entités spatiales sur base d'un ou plusieurs attributs de la table d'attributs.

En [Annexe 2](#), un tableau reprend, illustre et explique brièvement quelques outils fréquemment utilisés dans ArcToolbox.

3.3.20.1. Créer une Zone Tampon : outil « Buffer »

Pour créer une zone tampon,

- Cliquez sur l'icône « ArcToolbox »  dans la barre d'outils « Standard » d'ArcMap si ArcToolbox n'est pas encore ouvert
- Doublez-cliquez sur l'outil de création de zones tampons. Pour trouver cet outil :
 - Soit, utilisez l'onglet « Favourites » et suivez le chemin suivant : « ArcToolbox > Analysis Tools > Proximity > Buffer », et double-cliquez sur « Buffer »
 - Soit, utilisez l'onglet « Index », et tapez « Buffer », et double-cliquez sur « Buffer (analysis) »

L'assistant de création d'une zone tampon s'ouvre

- Dans le menu déroulant « Input Features », faites apparaître à l'aide de la flèche noire les couches disponibles dans votre table des matières et sélectionnez le fichier à partir duquel vous allez créer une zone tampon
- Dans l'encadré « Output Feature Class », naviguez jusqu'au répertoire où vous souhaitez enregistrer votre fichier contenant les zones tampons que vous allez créer et nommez.
- Dans l'encadré « Distance [Value or field] », choisissez si vous voulez indiquer vous-même la largeur (« Linear Unit ») ou si vous voulez utiliser un champ de la table d'attributs (« Field ») pour définir la largeur de la zone tampon.
- Choisissez le type de buffer qui vous convient le mieux.
- Utilisez un « Dissolve Field(s) » pour fusionner les « buffers » créés à partir d'entités spatiales différentes mais partageant un même attribut (par exemple : plusieurs segments (lignes) appartenant à la même rivière).
- Cliquez « OK »

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

3.3.20.2. Intersecter 2 couches de données géographiques : outil « Intersect ».

Pour réaliser une intersection entre 2 couches,

- Cliquez sur l'icône « ArcToolbox »  dans la barre d'outils « Standard » d'ArcMap si ArcToolbox n'est pas encore ouvert

- Double-cliquez sur l'outil d'intersection « Intersect ». Pour trouver cet outil :
 - Soit, utilisez l'onglet « Favourites » et suivez le chemin suivant : « ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay > Intersect », et double-cliquez sur « Intersect »
 - Soit, utilisez l'onglet « Index », et tapez « Intersect », et double-cliquez sur « Intersect (analysis) »

L'assistant d'intersection s'ouvre

- Dans le menu déroulant « Input Features », faites apparaître à l'aide de la flèche noire les couches disponibles dans votre table des matières et sélectionnez successivement les fichiers à intersecter. (Patientez quelque peu après avoir sélectionné chacun des 2 fichiers, l'ajout des fichiers dans la colonne « Features » peut prendre un peu de temps).
- Dans l'encadré « Output Feature Class », naviguez jusqu'au répertoire où vous souhaitez enregistrer votre fichier d'intersection et nommez le.
- Vous pouvez laisser les autres paramètres par défaut.
- Cliquez « OK »

Le fichier de zones tampons créé s'affiche dans ArcMap.

3.3.20.3. Agréger des entités spatiales sur base de la table d'attribut: outil « Dissolve ».

Pour réaliser une agrégation d'entités spatiales sur base de la table d'attribut :

- Cliquez sur l'icône « ArcToolbox »  dans la barre d'outils « Standard » d'ArcMap si ArcToolbox n'est pas encore ouvert
- Double-cliquez sur l'outil d'intersection « Intersect ». Pour trouver cet outil :
 - Soit, utilisez l'onglet « Favourites » et suivez le chemin suivant : « ArcToolbox > Data Management Tools > Generalization », et double-cliquez sur « Dissolve »
 - Soit, utilisez l'onglet « Index », et tapez « Dissolve », et double-cliquez sur « Dissolve (management) »

L'assistant d'agrégation s'ouvre

- Dans le menu déroulant « Input Features », faites apparaître à l'aide de la flèche noire les couches disponibles dans votre table des matières et sélectionnez le fichier sur lequel vous voulez réaliser une agrégation.
- Dans la fenêtre « Dissolve Field(s) (optional) », cochez les colonnes par lesquelles vous voulez réaliser l'agrégation
- Dans la fenêtre « Statistics Field(s) (optional) », sélectionnez les colonnes pour lesquelles vous voulez calculer une statistique et choisissez le type de statistique à calculer via le menu « Statistic Type »
- Dans l'encadré « Output Feature Class », naviguez jusqu'au répertoire où vous souhaitez enregistrer votre fichier d'agrégation et nommez le.
- Cliquez « OK »

Le fichier agrégé créé s'affiche dans ArcMap.

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 Spatial Analyst », 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** », un raster (format « ESRI GRID ») 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 hydrographie
 - « 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'attribut du shapefile):
 1. « Très susceptible », code « 1 » (« High susceptibility »)
 2. « Moyennement susceptible », code « 2 » (« Medium susceptibility »)
 3. « Pas susceptible », code « 3 » (« No susceptibility »)
- « 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 Spatial Analyst » avec le projet ArcMap « Spatial Analyst Landslide Model.mxd ».

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 des glissements 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 14) :

1. **Explorez vos données**, spatialement et via les tables d'attributs à l'aide du projet ArcMap «... \DATA\8 Spatial Analyst\Spatial Analyst Landslide Model.mxd ». Vous pouvez également explorer la zone à travers Google Earth en
 1. Installant Google Earth sur votre machine, disponible ici : <http://www.google.fr/intl/fr/earth/index.html>
 2. Cliquant sur le fichier « Soil_survey_Google_Earth_KMZ.kmz », ce qui vous amènera directement sur la zone d'étude dans Google Earth.
 3. Utiliser une vue dans le plan horizontal dans Google Earth et définir une exagération du relief par 3 afin de faciliter sa visualisation en allant dans « Outils / Option / Vue 3D / Relief / Facteur d'élévation = 3 »

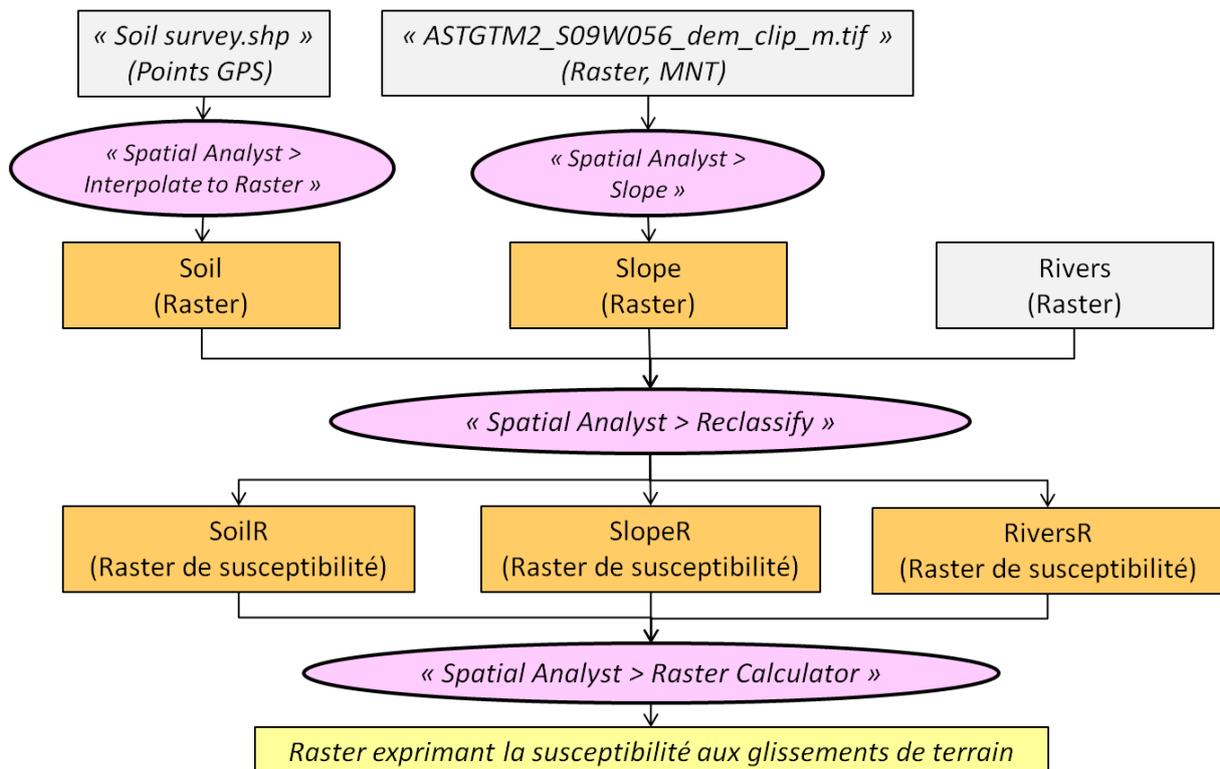


Figure 14 : Schéma des opérations à réaliser avec « Spatial Analyst » pour la création d'un raster exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain.

2. **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 « Interpolate to Raster » de « Spatial Analyst », décrit ci-dessous (Cf. section 3.3.21, 3.3.21.1 et 3.3.21.2), avec la méthode « Inverse Distance Weighted » (IDW), à partir du fichier « Soil survey.shp », avec comme « Z value field », le champ « Code », en nommant le fichier résultat « Soil » dans le format « ESRI GRID », et en laissant les autres paramètres par défaut. Modifiez éventuellement la symbologie (cf. section 3.3.24.2) de ce raster afin de faire ressortir les 3 classes de sols (symbologie « Classified », avec 3 classes dont les bornes supérieures sont : 1.5 ; 2.5 et 3).
3. **Création d'un raster de pentes** à partir du MNT. Réalisez cette opération à l'aide de l'outil « Slope » de « Spatial Analyst », présenté ci-dessous (Cf. section 3.3.21.3), en

choisissant comme « Input surface » le MNT, comme « Output measurement » : « Degree », en nommant le fichier résultat « **Slope** », et en choisissant le format « ESRI GRID ». Les autres paramètres gardent leur valeur par défaut. 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 (Cf. ci-dessous). Modifiez éventuellement la symbologie (cf. section 3.3.24.2) de ce raster afin de faire ressortir les 4 classes de pentes identifiées dans le tableau ci-dessous (symbologie « Classified », avec 4 classes). 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).

4. **Reclassification des valeurs** des paramètres en classes de valeurs exprimant leur susceptibilité au glissement de terrain sur une échelle [0-10] (ce doit être des nombres entiers à cause du format « ESRI GRID » des rasters). 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 – 1.5 | 10 | 1 | 0 |
| 10-20 | 3 | 1.5 – 2.5 | 5 | 2 | 10 |
| 20-30 | 7 | 2.5 – 3 | 2 | | |
| 30-70 | 10 | | | | |

Cette opération se fait avec l'outil de « Spatial Analyst » « Reclassify », présenté ci-dessous (Cf. section 3.3.21.4). Réalisez 3 « reclassifications » pour chacun des 3 rasters et nommez les rasters résultants : « SlopeR », « SoilR », « RiversR ».

5. **Intégration** des 3 rasters reclassifiés pour produire un raster exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain. Cette opération se fait via l'outil « Raster Calculator » de « Spatial Analyst », dont le fonctionnement est décrit ci-dessous (Cf. section 3.3.21.5). 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 » :

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

Répondez « Oui » à l'éventuel message d'avertissement apparaissant au moment de l'évaluation de la formule. Le fichier exprimant la susceptibilité aux glissements de terrain est créé. Modifiez éventuellement la symbologie (cf. section 3.3.24.2) de ce raster afin que la représentation soit jolie et parlante (symbologie « Stretched » avec une rampe de couleurs adéquate).

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

3.3.21. Utiliser une extension d'ArcGIS – « Spatial Analyst »

L'extension « Spatial Analyst » permet de travailler (analyser, créer, réaliser des requêtes) sur des données de type « raster » (ou « matricielle », constituées d'une grille de cellules), éventuellement intégrée avec des données vectorielles (points, lignes, polygones).

3.3.21.1. Activer et afficher une extension d'ArcGIS.

Avant de pouvoir utiliser une extension dans ArcGIS, en plus d'avoir la licence donnant droit à son utilisation, il faut l'activer.

Pour **activer l'extension « Spatial Analyst »**,

- Cliquez sur « Tools > Extensions... » dans la barre de menu d'ArcMAP.
- Cochez le carré blanc à gauche de « Spatial Analyst » pour activer cette extension
- Cliquez « Close »

Si l'extension n'est pas activée, certaines opérations de l'outil « Spatial Analyst » ne seront pas accessibles.

Pour **afficher la barre d'outils « Spatial Analyst »**,

- Cliquez sur « View > Toolbars > Spatial Analyst » dans la barre de menu d'ArcMAP.

Remarquez que les fonctions disponibles via le menu « Spatial Analyst » le sont également via « **Arc Toolbox** ». L'utilisation des fonctions via « Arc Toolbox » présente cependant l'avantage de fournir un descriptif des paramètres à rentrer dans la fonction.

3.3.21.2. Interpolation spatiale

Pour réaliser une interpolation spatiale à l'aide de l'extension « Spatial Analyst » :

- Cliquez sur « Spatial Analyst > Interpolate to Raster > ... »

3 méthodes d'interpolation spatiale s'offrent gracieusement à vous :

- « Inverse Distance Weighted... » : pondération inverse à la distance
- « Spline... »
- « Kriging... » : krigeage
- Choisissez comme « Input points : » le fichier shapefile de points contenant les valeurs que vous désirez interpoler.
- Choisissez comme « Z value field » le champ de ce fichier qui contient le paramètre à interpoler.
- Choisissez comme « Output cell size : » la taille de cellule que vous désirez pour votre raster résultat (selon la précision nécessaire)
- Enregistrez votre « Output raster : » dans le répertoire de travail et nommez votre raster interpolé. Attention, le type « ESRI GRID », tolère un nom de maximum 13 caractères.

- Les autres paramètres sont à laisser par défaut ou à modifier selon vos souhaits sur base d'une connaissance précise de leurs effets sur l'interpolation (cf. remarque ci-dessous).
- Cliquez « OK »

Votre raster d'élévation interpolée s'affiche dans ArcMap.

Remarques :

1. Il n'existe pas de « recette » pour le **choix de la meilleure méthode d'interpolation** et du meilleur paramétrage étant donné la diversité de choix possible. Avant de réaliser une interpolation, vous devrez donc bien comprendre comment chacune 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. L' « ArcGIS Desktop Help » vous renseignera abondamment sur ces 3 méthodes (notamment en tapant dans l'index : « interpolation > overview of tools for (Spatial Analyst) »).
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 anglais – Digital Terrain Model), ou DEM (Digital Elevation Model).

3.3.21.3. Créer un raster de pentes à partir d'un MNT.

« Spatial Analyst » permet de dériver un « raster de pentes » à partir d'un « raster d'élévation ». Chaque cellule du « raster de pente » créé aura une valeur en degré ou en pourcent, renseignant sur l'importance de la pente en cet endroit.

Pour **dériver un « raster de pentes »** à partir d'un « raster d'élévation » :

- Cliquez sur « Spatial Analyst > Surface Analysis > Slope... »
 - Choisissez comme « Input surface : » le fichier d'élévation (MNT,...)
 - Choisissez comme « Output measurement : » des degrés.
 - Choisissez un « Z factor » adéquat. (Notez que ce facteur correspond au nombre d'unités XY au sol compris dans une unité de la 3^{ème} dimension Z). Le plus simple est 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.
 - Choisissez la taille de cellule du fichier résultat « Output cell size: »
 - Enregistrez votre « Output raster : » dans le répertoire de travail, nommez-le et choisissez le type de format le plus adéquat (attention le format « ESRI GRID », ne tolère que un maximum 13 caractères).
 - Cliquez « OK »

Votre raster de pentes s'affiche dans ArcMap.

3.3.21.4. Reclassification des valeurs d'un raster

« Spatial Analyst » 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 ».

Pour **reclassifier les valeurs d'un raster** :

- Cliquez sur « Spatial Analyst > Reclassify... »
 - Choisissez comme « Input raster : » le raster à reclassifier
 - Choisissez comme « Reclass field : » le champ du raster contenant les valeurs à reclassifier
 - Dans le menu « Set values to reclassify », classifiez les valeurs actuelles du raster (« Old values »), éventuellement à l'aide du bouton « Classify... », selon les classes d'intérêt, et indiquez les nouvelles valeurs (« New values ») que ces classes prendront dans le fichier résultat.
 - Précisez le répertoire de sortie, le nom du fichier résultat et son format.

3.3.21.5. Utilisation de la calculatrice de raster « Raster Calculator »

« Spatial Analyst » permet de combiner les valeurs de plusieurs rasters via une formule mathématique à l'aide de l'outil « Raster Calculator ».

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

- Cliquez sur « Spatial Analyst > Raster Calculator... »
 - A l'aide de l'interface de la calculatrice qui apparait, tapez la formule combinant les rasters concernés.
 - Cliquez sur « Evaluate »
 - Le fichier résultant se nomme automatiquement en « Calculation » et s'ajoute dans la table des matières du projet ArcMap en cours.

Attention, le fichier est enregistré dans un répertoire temporaire et sera automatiquement effacé après un certain temps. Pour le **conserver de manière définitive**, faites un

- « Clic droit > Data > Export Data... » et sauvez le dans le répertoire et le format voulu.

La symbologie du fichier peut-être modifiée pour une meilleure visualisation.

Contextualisation 8 Contrat de rivière en Haïti et 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 géographiques 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_N19W073074_dem.tif », un modèle numérique de terrain de la zone avec une résolution spatiale horizontale de 30 m * 30 m.
- « Watershed_pour_point.shp », un shapefile de type « point » représentant l'exutoire du bassin versant que vous voulez identifier.

Les **indications** ci-dessous (section 3.3.21.6) vous aideront à réaliser cette étude. Vous travaillerez avec le projet ArcMap «... \DATA\9 Watershed delimitation\Watershed delimitation in Haiti.mxd ». Utilisez la méthode de l'outil « Basin » uniquement.

Contextualisation 8 : Contrat de rivière en Haïti

3.3.21.6. Délimiter un bassin versant – « Basin » et « Watershed »

La boîte à outils « Spatial Analyst Tools / Hydrology » (dépendant de l'extension « Spatial Analyst ») permet de réaliser toute une série d'opérations en lien avec la modélisation hydrologique, notamment la délimitation de bassins versants.

2 méthodes sont présentées ci-dessous :

1. Une méthode simple délimitant **tous les bassins versants d'une zone donnée**, à l'aide de l'outil « **Basin** »
2. Une méthode complexe délimitant **le bassin versant relatif à un exutoire donné**, à l'aide de l'outil « **Watershed** ».

Délimitation de tous les bassins versants d'une zone donnée à l'aide de l'outil « Basin »

Cette méthode requière l'utilisation de :

- un **modèle numérique de terrain** (MNT) de la zone contenant le bassin versant.

Pour délimiter « tous » les bassins versants d'une zone donnée:

1. Créez un projet ArcMap avec définition du système de coordonnées du bloc de données
2. Ajoutez le MNT dans votre interface ArcMap
3. Utilisez, dans la boîte à outils « Spatial Analyst Tools / Hydrology ». (Notez que certaines opérations peuvent prendre quelques minutes, selon la taille du bassin versant à délimiter).
 - La fonction « Fill » pour créer une surface du relief continue avec comme « Input surface raster » le MNT. (Le paramètre «Z limit (optional) » peut rester vide).
 - La fonction « Flow Direction » avec comme « Input surface raster » le résultat de l'opération « Fill ». (Le paramètre «Output drop raster (optional) » peut rester vide).
 - La fonction « Basin » avec comme « Input flow direction raster » le résultat de l'opération « Flow Direction ».

Délimitation d'un bassin versant relatif à un exutoire donné, à l'aide de l'outil « Watershed »

Cette méthode crée un raster délimitant le **bassin versant relatif à un exutoire donné**.

Cette méthode requière l'utilisation de :

- un **modèle numérique de terrain** (MNT) de la zone contenant le bassin versant
- un **shapefile de type point** contenant un point unique identifiant l'**exutoire** du bassin versant

Pour délimiter un bassin versant relatif à un exutoire donné:

1. Créez un projet ArcMap avec définition du système de coordonnées du bloc de données. Attention les « map units » (unité des coordonnées géographiques du projet ArcMap) influencent le paramètre « Snap Distance » de la fonction « Snap Pour Point » (confer ci-dessous). Les « map units » dépendent du système de coordonnées du bloc de données du project ArcMap, modifiable en faisant un clic droit sur le bloc de données puis en allant dans « Properties / Coordinates system » et en choisissant un système de coordonnées qui aura ces unités propres. *Pour cet exercice assurez vous que le système de coordonnées est bien le système « Geographic Coordinate Systems / World / WGS 1984 » avec des degrés décimaux comme unités.*
2. Ajoutez le MNT et l'exutoire dans votre interface ArcMap
3. Utilisez, dans la boîte à outils « Spatial Analyst Tools / Hydrology ». (Notez que certaines opérations peuvent prendre quelques minutes, selon la taille du bassin versant à délimiter).
 1. La fonction « Fill » pour créer une surface du relief continue avec comme « Input surface raster » le MNT. (Le paramètre «Z limit (optional) » peut rester vide).
 2. La fonction « Flow Direction » avec comme « Input surface raster » le résultat de l'opération « Fill ». (Le paramètre «Output drop raster (optional) » peut rester vide).

3. La fonction « Flow Accumulation » avec comme « Input flow direction raster » le résultat de l'opération « Flow Direction ». (Les paramètres optionnels (« optional ») peuvent garder leur valeur par défaut).
4. La fonction « Snap Pour point» avec comme
 - « Input raster or feature pour point data » le shapefile de point reprenant l'exutoire,
 - « Input accumulation raster » le résultat de l'opération « Flow Accumulation »
 - « Snap distance », exprimée en unités géographiques du projet ArcMap (confer ci-dessus). Une valeur correspondant à un peu plus que la distance séparant l'exutoire identifié dans votre fichier « exutoire » et l'exutoire réel, c'est-à-dire un peu plus que l'incertitude de localisation de l'exutoire. *Dans cet exercice, prenez par exemple 0.001 degré décimal (~= 300 mètres). Notez que l'exutoire fourni dans le fichier « Watershed_pour_point.shp » est localisé sur un pixel de « flow accumulation » et que donc la « Snap distance » pourrait être égale à 0.*
5. La fonction « Watershed» avec comme
 - « Input flow direction raster » le résultat de l'opération « Flow Direction »,
 - « Input raster or feature pour point data » le résultat de l'opération « Snap Pour point»

Le raster résultant de cette dernière opération délimite le bassin versant défini par l'exutoire et le MNT utilisés.

Pour plus d'information sur cette procédure, voyez dans « Help d'ArcGIS > Index > « Hydrology toolset (Spatial Analyst toolbox) > Learn about deriving runoff characteristics ».

3.3.21.7. Model builder

Le « model builder » est une application d'ArcGIS qui permet d'enregistrer une séquence d'opérations, une chaîne 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 chaîne de traitements.

Pour **utiliser « Model builder »** :

- Cliquez sur le bouton « Model builder »  dans la barre « Standard » d'ArcGIS
- Dessinez le modèle désiré : l'ajout d'outils ou de fichiers dans le modèle peut se faire par simple « cliqué-glissé » à partir d' « Arc Toolbox » ou de la table des matières, vers l'interface du « Model builder ».

La Figure 15 illustre l'utilisation de « Model builder » pour l'exercice de délimitation d'un bassin versant en Haïti ci-dessus.

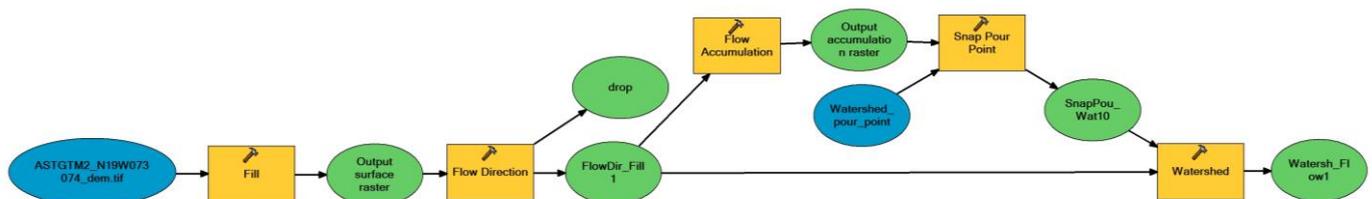


Figure 15 : Illustration de l'utilisation de « Model builder » pour la procédure de délimitation d'un bassin versant relatif à un exutoire donné, à l'aide de l'outil « Watershed ».

3.3.22. Utiliser des lignes de commandes ou « Command line »

Tous les outils disponibles dans ArcToolbox sous forme de « menu déroulant » ou « case à remplir » sont également disponibles sous forme de « Lignes de commandes » (« Command Line »). Le bouton « Show / Hide Command Line Window »  de la barre d'outils « standard » permet l'affichage de l'interface pour accéder aux fonctions d'ArcToolbox sous forme de lignes de commande. Une fois cette interface ouverte, il vous suffit de taper le nom de l'outil que vous voulez utiliser dans la fenêtre supérieure (vous devez donc connaître préalablement quelle fonction utiliser). Une fois la fonction choisie, entrez un espace. Un encadré jaune vous indiquera l'ordre des paramètres à entrer pour cette fonction, tandis que les couches potentielles de ce paramètre apparaissent dans un menu déroulant.

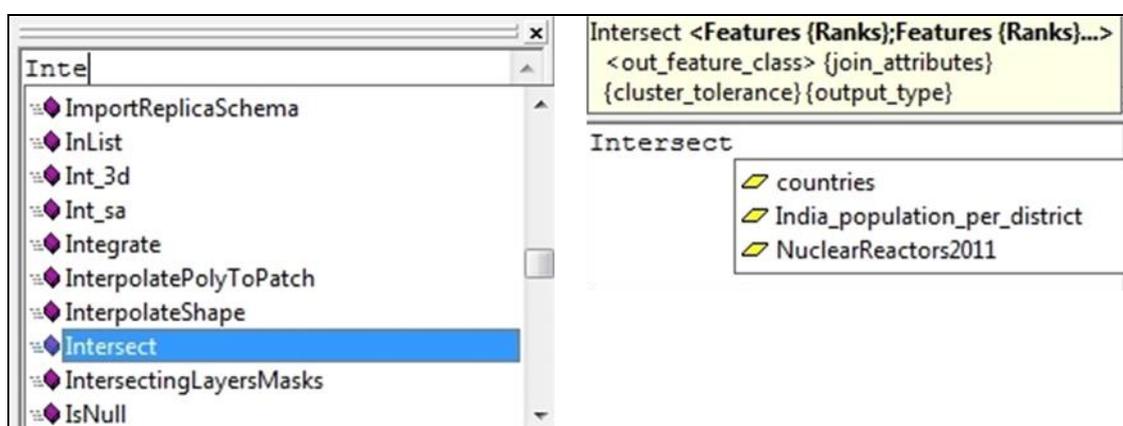


Figure 16 : Exemple d'utilisation de l'interface en « lignes de commandes » pour l'exécution d'outils ArcToolbox.

3.3.23. Enregistrement d'un projet ArcMap : « Chemin Relatif » ou « Chemin Absolu » ?

L'enregistrement de votre document ArcMap peut se faire de deux manières différentes, selon la façon d'enregistrer le chemin (répertoire) indiquant au document ArcMap où sont stockées vos données sources (shapefile, raster, etc). Deux types de chemin existent :

1. « Chemin Relatif » (ou « **Relative path** »)
2. « Chemin Absolu » (ou « **Full Path** » ou « **Absolute Path** »)

Exemple

Considérons le cas de la Figure 17 ci-dessous, où le document ArcMap intitulé « Full and Relative path.mxd » contient l'unique donnée « ZAM-level_1.shp », un shapefile des divisions administratives de niveau 1 de la Zambie.

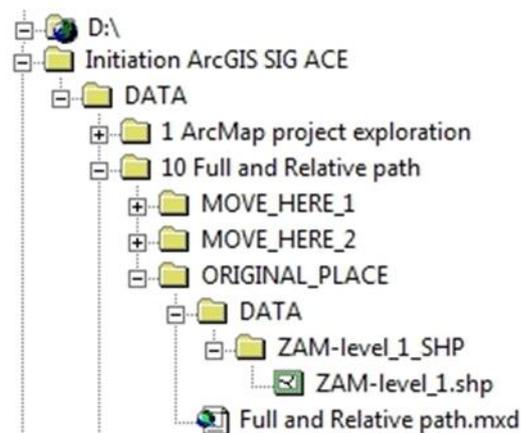


Figure 17 : Répertoire à utiliser pour l'exercice sur le mode d'enregistrement en chemin relatif et absolu des documents ArcMap.

Si le document est enregistré en « **Chemin Absolu** », le document ArcMap enregistrera le chemin vers le shapefile « ZAM-level_1.shp » comme :

- **D:\Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\10 Full and Relative path\ORIGINAL_PLACE\DATA\ZAM-level_1_SHP\ZAM-level_1.shp**

Par contre, si le document est enregistré en « **Chemin Relatif** », le document ArcMap 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 document ArcMap, il faut d'abord remonter 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** ».

Définitions

1. Enregistrement en « Chemin Complet »

Lors d'un enregistrement de type « Chemin Complet », le document ArcMap enregistre le chemin complet où sont stockées les données utilisées dans le projet ArcMap.mxd, depuis la lettre du disque dur à la racine, jusqu'au dossier contenant ces données.

2. Enregistrement en « Chemin Relatif »

Lors d'un enregistrement de type « Chemin Relatif », le document ArcMap enregistre le chemin reliant le document ArcMap aux données utilisées dans le projet ArcMap.mxd, et ce sans passer par la racine, mais en remontant jusqu'au premier dossier commun contenant le document ArcMap et ses données, puis en redescendant vers les données.

Ce type d'enregistrement est à privilégier si le document ArcMap 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 document ArcMap et les données qu'il contient soient tous enregistrés dans un dossier commun facilement déplaçable.

Pour choisir le type d'enregistrement (« Complet » ou « Relatif ») de votre projet ArcMap, dans la barre de menu d'ArcMap,

- Cliquez sur « File > Document Properties > Data Source Options... ».
 - Choisissez d'enregistrer votre document.mxd (document ArcMap) en chemin « Complet » (par défaut) ou « Relatif ».
 - Cliquez « OK »

Exercice

- Ouvrez le document « Full and Relative path.mxd »

Quels est le type d'enregistrement actuel ? (Réponse = « Relatif »)

- Remarquez que le fichier « ZAM-level_1.shp » s'affiche correctement dans ArcMap
- Fermez le document
- Dans ArcCatalog, copiez le dossier « ORIGINAL_PLACE » contenant le document.mxd et le shapefile (clic-droit sur le dossier > Copy »)
- Collez ce dossier dans le dossier « MOVE_HERE_1 » (clic-droit sur le dossier > Paste)
- Effacez le dossier « ORIGINAL_PLACE » initial (pas celui que vous venez de copier/coller)
- Ouvrez le document ArcMap « Full and Relative path.mxd » que vous venez de placer dans « \ MOVE_HERE_1 \ ORIGINAL_PLACE \ »

Le document 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 document ArcMap. Autrement dit, le chemin relatif est resté le même, malgré le déplacement du dossier contenant le document et ses données.)

- Modifiez le type d'enregistrement de ce document en « Chemin Complet »
- Enregistrez le sous le même nom et le même répertoire en cliquant sur la disquette
- Fermez le document.
- Dans ArcCatalog, copiez le dossier « MOVE_HERE_1 » contenant le document.mxd et les données (« clic-droit sur le dossier > Copy »)

- Collez ce dossier dans le dossier « MOVE_HERE_2» (« clic-droit sur le dossier > Paste »)
- Effacez le dossier « MOVE_HERE_1» se trouvant dans le dossier « 10 Full and Relative path »
- Ouvrez le document ArcMap que vous venez de placer dans « \ MOVE_HERE_2\ ORIGINAL_PLACE \ Full and Relative path.mxd»

Le document ArcMap s'ouvre mais ne trouve pas le chemin jusqu'à la donnée « ZAM-level_1.shp » car le chemin, de type complet, pointe vers un dossier n'existant plus.

Pour réparer le chemin,

- Faites un « Clic-droit sur la couche « ZAM-level_1.shp » > Data > Repair Data Source... », et
- Naviguez jusqu'au répertoire où se trouve votre donnée « ZAM-level_1.shp » :
 - D:\ Initiation ArcGIS SIG ACE\DATA\10 Full and Relative path\MOVE_HERE_2\MOVE_HERE_1\ ORIGINAL_PLACE \DATA\ ZAM-level_1.shp.

Le fichier « ZAM-level_1.shp » s'affiche à nouveau dans ArcMap.

3.3.24. Edition Cartographique.

Réalisez une carte simple à partir de données de votre choix en suivant les consignes ci-dessous. Un exemple de carte est donné en [Annexe 3](#).

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'information 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.

Toute carte doit comporter les éléments suivants :

- Un titre
- Une échelle graphique (et accessoirement une échelle numérique)
- Une légende
- Une flèche indiquant le Nord
- 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
- Les références des cartes voisines (si votre carte fait partie d'un ensemble de cartes jointives)

Edition cartographique dans ArcGIS.

L'édition cartographique dans ArcGIS se réalise dans la fenêtre « **Layout View** » d'ArcMap.

- Passez au mode « **Layout View** » d'ArcMap à l'aide du deuxième bouton de la barre d'outils (entouré ici d'un cercle rouge)  |  " contrôlant la fenêtre de visualisation.

- Affichez (si ce n'est déjà fait) la **barre d'outils de mise en page**



. Pour ce faire,

- Cliquez sur le menu déroulant « Tools » de la barre de menu principale d'ArcMap
- Choisissez « Customize... »
- Dans l'onglet « Toolbars », cochez la case « Layout ».
- Cliquez « Close »

3.3.24.1. Mode de mise en page « Portrait » ou « Paysage » et mises en page prédéfinies.

Le mode de mise en page « **Portrait** » ou « **Paysage** » peut-être modifié via le menu principal d'ArcMap: « File > Print... > Setup... > Paper > Portrait/Landscape > OK > Close».

Des **mises en page prédéfinies** sont disponibles via le dernier bouton du menu de la barre d'outils de mise en page .

3.3.24.2. Symbologie des données.

La symbologie des données permet de représenter de manière plus intelligible les données représentées dans une carte à l'aide de couleurs, de gammes de couleur, de symboles, de graphiques, etc.

Par exemple, la symbologie permettra :

1. Appliquer un gradient de couleurs aux pays d'un shapefile des pays du monde en fonction des valeurs d'un de leurs attributs, par exemple, leur indice de développement humain (IDH)
2. Appliquer des classes de couleur aux cellules d'un raster d'altitude en fonction de classes d'altitude.

Pour avoir **accès à toutes les fonctionnalités de la symbologie**,

- Cliquez-droit sur le nom de la couche
- Choisissez « Properties > Symbology »
- Choisissez le type de symbologie le mieux adapté à votre carte
 - Pour un fichier **vectériel**,
 - « Features » : pour appliquer la même symbologie à toutes les entités spatiales d'un fichier
 - « Categories » : pour différencier des données de types catégorielles
 - « Quantities » : pour différencier des données de types quantitatives
 - « Charts » : pour utiliser des graphiques (bâtonnets, camemberts,...)
 - « Multiple Attributes » : pour utiliser une symbologie basée sur plusieurs attributs
 - Pour un fichier **matriciel**
 - « Unique Values » : pour attribuer une couleur unique à chaque valeur
 - « Classified » : pour attribuer une couleur par groupe de valeurs reprises dans une même classe
 - « Stretched » : pour « étirer » une gamme de couleurs sur les valeurs d'un raster
 - « Discrete Color » : pour appliquer un jeu de couleurs fixé à des données discrètes.
- Cliquez « OK »

Pour un **accès restreint à la symbologie**,

- Cliquez sur le symbole en-dessous du nom de la couche dans la table des matières
 - Cliquez-droit : accès à la palette des couleurs
 - Cliquez-gauche : accès à la palette des couleurs et aux types de symboles

3.3.24.3. Etiqueter les données

L'étiquetage des données vous permet d'afficher pour chaque entité spatiale (exemple : chaque province de Belgique), un attribut qui lui est associé dans la table d'attribut (exemple : le nom de la province).

Pour étiqueter les données d'une couche,

- Cliquez-droit, dans la table des matières, sur le nom de la couche que vous voulez étiqueter
- Cliquez sur « Label Features »

Une étiquette (ou « Label ») apparaît sur chacune des entités spatiales de votre couche. Pour modifier ce label et ses propriétés,

- Cliquez-droit, dans la table des matières, sur le nom de la couche,
- Choisissez « Propriétés... > Labels »
- Dans le menu déroulant « Label Field » de l'encadré « Text String », choisissez le champ de la table d'attribut de votre couche que vous voulez étiqueter.
- Modifiez les propriétés d'affichage de l'étiquette (placement, taille, création éventuelle de classes d'entités à étiqueter différemment, etc) à l'aide des autres onglets et boutons si nécessaire
- Cliquez « OK ».

Une étiquette modifiée apparaît sur chacune des entités spatiales de votre couche.

Rem : il est possible de donner un aspect de « **phylactère** » aux labels en choisissant dans le menu « Labels » : « Symbol... > Propriétés > Advanced Text > Indicate X and Y Offset and clic on Text Background > Propriétés > Balloon Callout ».

3.3.24.4. Insertion des éléments indispensables sur une carte.

Tous les éléments (sauf la carte elle-même et le graticule) peuvent s'insérer sur votre carte (encore en puissance) à l'aide du **menu déroulant « Insert »** de la barre de menu principale de ArcMap.

Toute **modification (taille, position, style, type, couleur,...) sur les éléments insérés** se fait en

- Sélectionnant l'élément à modifier par un clic gauche (en mode « layout view »),
- Accédant à ses propriétés en faisant un clic droit,
- Choisissant l'onglet « Propriétés... »

Insertion de la légende

La légende insérée sur votre carte est interactive avec votre table des matières. Pour visualiser un élément de la légende, il faut que la couche y correspondant soit sélectionnée. Pour insérer une légende,

- Cliquez sur le menu déroulant « Insert » de la barre de menu principale d'ArcMap
- Cliquez sur « Legend... »
- Dans la fenêtre « Legend Wizard »,
 - Sélectionnez à l'aide des **simples et doubles flèches** les couches que vous voulez renseigner dans la légende
 - Les **grosses flèches noires** permettent de modifier l'ordre des couches
 - L'onglet « **Preview** » vous permet de pré-visualiser la légende que vous construisez
 - Ajustez les propriétés de la légende à l'aide de quelques fenêtres successives du « Legend wizard » auxquelles vous accédez en cliquant sur les onglets « Suivant ».
 - Cliquez sur l'onglet « **Terminez** » pour insérer votre légende.

Votre légende apparaît sur votre carte.

Insertion de l'échelle

- Cliquez sur le menu déroulant « Insert » de la barre de menu principale d'ArcMap
- Cliquez sur « Scale Bar... » ou « Scale text » selon que vous désirez insérer une échelle graphique ou numérique.

Une fenêtre contenant toute une série de types d'échelles apparaît.

- Sélectionnez le type d'échelle qui convient le mieux à votre carte
- Modifiez ses propriétés (dont les unités, le nombre d'intervalles,...) si nécessaire à l'aide de l'onglet « Properties... »
- Cliquez OK

L'échelle s'affiche sur votre carte.

- Modifiez sa taille et positionnez la correctement en cliquant dessus

Faites attention à ce que l'échelle présentée soit « ronde », pour en faciliter la lecture.

- Pour une **échelle graphique**, ajuster la longueur de la barre d'échelle pour que ses labels soient ronds, par exemple, 2000 m, ou 50 km, et non 810 m ou 42,31 km.
- Pour une **échelle numérique**, ajuster votre « zoom » pour obtenir une valeur ronde, par exemple, 1/25 000 ou 1/100 000 et non 1/25 462 ou 1/99 985.

Insertion de la flèche indiquant le Nord

- Cliquez sur le menu déroulant « Insert » de la barre de menu principale d'ArcMap
- Cliquez sur « North Arrow... »

Une fenêtre contenant toute une série de flèches du Nord apparaît.

- Sélectionnez la flèche qui convient le mieux à votre carte
- Modifiez ses propriétés si nécessaire à l'aide de l'onglet « Properties... »
- Cliquez OK

La flèche indiquant le Nord s'affiche sur votre carte.

- Modifiez sa taille et positionnez la correctement en cliquant dessus

Insertion du titre, de l'auteur, de la date de création de la carte, des sources des données et du système de coordonnées

Toutes ces tâches peuvent être réalisées en insérant du texte sur votre carte

- Cliquez sur le menu déroulant « Insert » de la barre de menu principale d'ArcMap
- Cliquez sur « Text... »

Une zone de texte apparait sur votre carte. Pour l'éditer, double-cliquez dessus. L'onglet « Change Symbol... » vous sera utile pour modifier le style, la taille, la couleur des caractères et bien d'autres propriétés.

Rem : il est possible d'insérer du texte sous forme de « **phylactère** » via le menu (en mode « Layout View ») : « Insert > Text > Double clic sur le cadre du texte > Change Symbol... > Properties > Advanced Text > Indicate X and Y Offset and clic on Text Background > Properties > Balloon Callout ».

Insertion d'une grille de géo-référencement ou graticule

La grille de géo-référencement permet de localiser votre carte dans l'espace.

- Sélectionnez votre cadre de mise en page par un clic gauche
- Cliquez-droit sur ce cadre
- Choisissez « Properties... », et la fenêtre « Data Frame Properties » s'ouvre
- Choisissez l'onglet « Grid »
- Choisissez l'onglet « New Grid... »
- Ajustez les propriétés de la grille à l'aide des quelques fenêtres successives auxquelles vous accédez en cliquant sur les onglets « Suivant ».
- Cliquez sur « Finish » pour ajouter votre nouvelle grille dans la fenêtre « Data Frame Properties »
- Cliquez sur « OK » pour ajouter cette grille à votre carte.

3.3.24.5. Masquer automatiquement les zones de non intérêt lors de la mise en page d'une carte

Il est parfois judicieux de ne représenter sur une carte qu'une zone bien déterminée, votre zone d'étude par exemple. Il est facilement possible dans ArcMap de masquer tout ce qui ne se trouve pas dans la zone d'intérêt, même si cette zone n'est pas définie par une emprise rectangulaire.

Pour masquer automatiquement les zones de non intérêt lors de la réalisation d'une carte, il suffit de :

- Avoir un shapefile (polygones) de la zone d'intérêt (les limites de la zone d'étude par exemple) et l'ajouter dans votre projet ArcMap
- Faire un « Clic droit » sur le bloc de données (« layers ») et aller ensuite dans « Properties > Data frame > Clip to shape > Enable > Specify shape > Outlines of features » et sélectionner ensuite, dans le menu déroulant, le shapefile représentant la zone d'intérêt. Terminez en cliquant deux fois sur « OK ».

3.3.24.6. Travailler avec plusieurs blocs de données.

- Insert > Data Frame

Un nouveau bloc de données s'insère dans votre projet ArcMap et devient « Actif ». Il apparait tout en bas de la table des matières comme un nouveau bloc de données  **New Data Frame**, comme un nouveau cadre actif dans le « Layout View », et comme le seul bloc de données visible dans le « Data view ».

Il n'est possible de travailler que sur un bloc de données « Actif ». Pour **activer / désactiver un bloc de données**,

- Soit, dans la table des matières, faites un clic droit sur le bloc de données et cliquez sur « Active »
- Soit, dans le mode « Layout view », sélectionnez la cadre de données correspondant au bloc que vous voulez activer.

Un seul bloc de données peut être actif. L'activation d'un bloc désactive donc automatiquement les autres blocs.

Une tâche particulière que permet la manipulation de plusieurs blocs de données simultanément est la Création d'un rectangle d'emprise.

Création d'un rectangle d'emprise

Un rectangle d'emprise permet de localiser graphiquement la zone étudiée (un pays par exemple) au sein d'une plus grande entité (le monde par exemple) à l'aide d'un rectangle correspondant à la zone étudiée placé sur la grande entité. *Un rectangle d'emprise est utilisé sur la carte reprise en [Annexe 3](#).*

Pour créer un rectangle d'emprise,

- Cliquez sur « Insert > Data Frame »
- Ajoutez la couche « Communes » dans ce nouveau bloc de données
 - Soit avec le bouton  lorsque le bloc de données est activé
 - Soit en cliquant-droit sur le bloc de données dans la table des matières et en choisissant le bouton « Add Data... »

En mode « Data view », vous ne visualisez que ce nouveau bloc. Alors que en mode « Layout view », vous avez maintenant deux blocs de données. Arrangez-les pour qu'ils ne se superposent pas.

- Dans le « Layout View », sélectionnez le bloc de donné « New Data frame »
- Cliquez-droit > Properties > Extent rectangles (rectangle d'emprise)
- Dans l'encadré « Other data frames » sélectionnez le bloc de données qui constituera le rectangle d'emprise dans votre « New Data frame » (dans ce cas-ci, le bloc de données « Layers » et
- Faites le passer dans l'encadré « Show extent rectangle for these data frames » à l'aide de la simple flèche vers la droite.
- Cliquez « OK »

Un rectangle d'emprise correspondant au Zoom actuel de votre bloc « Layers » apparaît dans votre bloc de données « New Data frame ».

3.3.24.7. Exportation d'une carte.

Pour exporter votre carte depuis ArcMap vers un format plus simple (JPEG, PDF,...) et communicable à d'autres personnes non-utilisateurs d'ArcGIS :

- Dans la barre de menu principale, allez dans « File > Export Map... »
- Dans la fenêtre « Export Map » qui apparaît, naviguez vers votre répertoire de sortie, nommez votre fichier-carte, choisissez le format voulu (JPEG, PDF,...) ainsi que la résolution désirée (300 dpi (dot per inch) est souvent suffisant).

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 annexes

| | |
|---|----|
| <u>Annexe 1 - Les 10 commandements pour utiliser correctement ArcGIS.....</u> | 84 |
| <u>Annexe 2 - Outils fréquemment utilisés dans ArcCatalog</u> | 85 |
| <u>Annexe 3 - Exemple de carte d'occupation du sol</u> | 86 |
| <u>Annexe 4 - Fiche technique pour l'importation de points (GPS par exemple) dans ArcGIS à partir d'un tableur.....</u> | 87 |
| <u>Annexe 5 - Descriptions et sources des données.....</u> | 90 |
| <u>Annexe 6 - Sites internet intéressants en SIG</u> | 92 |
| <u>Annexe 7 - Conseils pour campagne de terrain avec utilisation de GPS</u> | 94 |



Annexe 1 - Les 10 commandements pour utiliser correctement ArcGIS

1. Concernant l'**organisation et l'enregistrement de vos données** :
 - Enregistrez toutes vos données (projet ArcMap, 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 ArcMap à un collègue,...).
 - Enregistrez 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. **Manipulez (déplacer, copier, coller, renommer)** toujours vos fichiers **via « ArcCatalog »** et non via « Windows explorer » (pour 1 fichier apparaissant dans « ArcCatalog », plusieurs fichiers apparaissent dans « Windows explorer »).
3. Concernant les **systèmes de coordonnées** :
 - Toujours **identifier le système de coordonnées** le plus adéquat pour votre **zone d'étude**
 - Lors de la création d'un nouveau projet ArcMap, toujours **définir le système de coordonnées du bloc de données**
 - Lors de l'importation de nouveaux fichiers, toujours **vérifier le système de coordonnées**, et si celui-ci est manquant, **le définir** à l'aide de la fonction « Définir » (à condition de savoir dans quel système est votre fichier).
4. Concernant l'**affichage d'éléments** :
 - Lorsqu'une **fenêtre** (un panneau) disparaît, vous pouvez la (le) faire réapparaître via le menu « Window » dans la barre de menu principale d'ArcMap en sélectionnant la fenêtre à faire apparaître.
 - Pour faire apparaître une **barre d'outils**, utilisez le menu « View / Toolbars » et sélectionnez-la.
5. Certaines fonctionnalités d'ArcGIS (ex : « Spatial Analyst ») sous soumises à l'**activation d'une extension** (activable si vous avez la licence pour cette extension). Cette activation se fait via le menu « Tools / Extensions / ... »
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
7. Lors de la création d'un fichier « nom_du_fichier_EVENTS » (fichier temporaire) suite à une manipulation, **exportez** ce fichier en shapefile pour l'enregistrer de manière permanente (« clic droit sur la couche à exporter / data / export data »)
8. 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)
9. Un « **clic droit** » (sur le nom de la couche dans la table des matières ou ailleurs) vous donnera souvent accès à des fonctionnalités utiles
10. 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 ArcCatalog

[\(Lien vers « Utiliser l'assistant de géotraitement »\)](#)

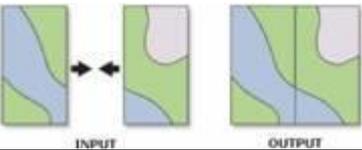
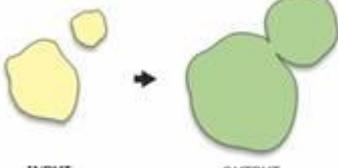
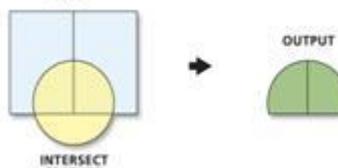
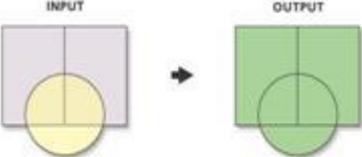
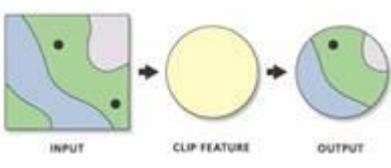
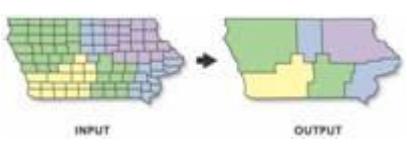
| Nom de l'Outil | Utilité de l'outil | Schéma | Chemin dans ArcToolbox |
|------------------|---|---|---|
| Merge | Fusion de différentes entités spatiales |  | ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Merge |
| Buffer | Création d'une zone tampon autour d'une entité spatiale |  | ArcToolbox > Analysis Tools > Proximity > Buffer |
| Intersect | Intersection de deux fichiers de formes |  | ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay > Intersect |
| Union | Union de deux fichiers de formes |  | ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay > Union |
| Clip | Extraction des entités « input » qui superposent l'entité de coupe (« Clip Feature ») |  | ArcToolbox > Analysis Tools > Extract > Clip |
| Dissolve | Agrégation d'entités spatiales sur base d'un attribut spécifié. |  | ArcToolbox > General > Dissolve |

Figure 18 : Outils fréquemment utilisés dans ArcCatalog

Annexe 3 - Exemple de carte d'occupation du sol

[\(Lien vers « Edition cartographique »\)](#)

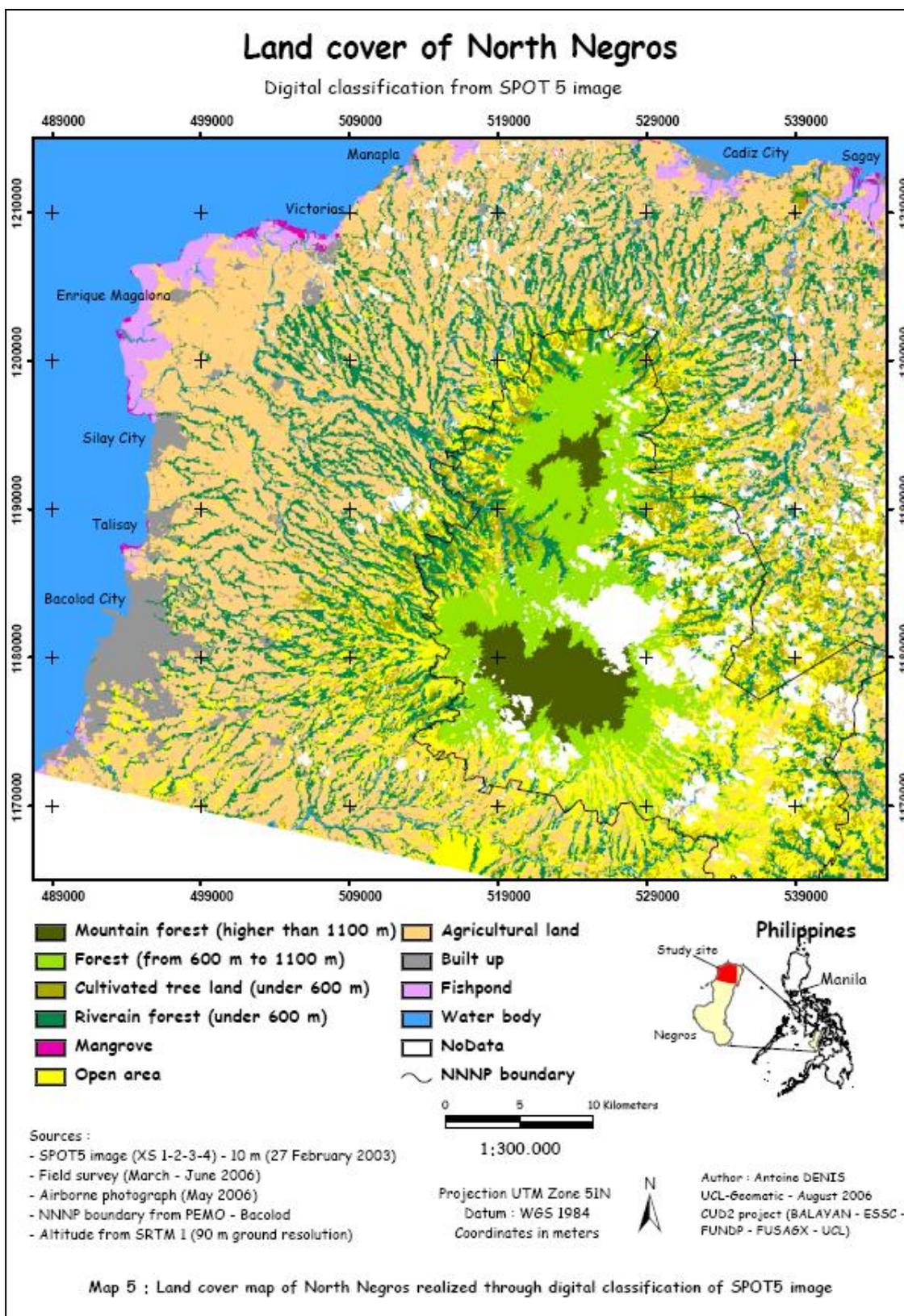


Figure 19: Carte d'occupation du sol réalisée dans ArcGIS à partir de la classification supervisée d'une image satellite SPOT 5

Annexe 4 - Fiche technique pour l'importation de points (GPS par exemple) dans ArcGIS à partir d'un tableur

[\(Lien vers « Ajouter des données ponctuelles XY \(GPS par exemple\) à partir d'un tableur \(Excel ou Access par exemple\) »\)](#)

Remarque préliminaire: il est normalement possible d'importer les données d'un GPS (points, lignes, polygones) automatiquement dans ArcMap dans le format « shapefile ». Cependant il peut arriver que les points GPS aient été transcrits dans un cahier de terrain et que vous ne possédiez plus que ces notes. Vous devrez donc encoder ces informations dans un tableur et suivre la procédure ci-dessous pour l'importation dans ArcMap.

Afin d'importer des points GPS depuis un tableur vers un projet ArcMap, vous devrez suivre les 4 étapes ci-dessous.

1. Analyse de vos données ponctuelles dans le tableur.

Vous devez connaître 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.
- 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 ArcMap. 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, il faudra les convertir en degrés décimaux. Un exemple est donné ci-dessous :

| Degrés | Minutes | Secondes | | Degrés décimaux (dd) |
|--------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 45 | 25 | 55 | Conversion en dd ⇒ | = 45 + (25/60) + (55/3600) |
| | Il y a 60 minutes dans 1 degré | Il y a 3600 secondes dans 1 degré | | = 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.

Vous devrez arranger vos données de la manière suivante :

- **1^{ère} ligne = nom des colonnes**, par exemple :
 - X ou longitude
 - Y ou latitude
 - Z ou altitude

- Observation 1
- Observation 2
- Etc
- Le **nom des colonnes doit être simple** :
 - Pas d'espace
 - Pas de caractères spéciaux (% , / - etc)
 - Nom court (10 caractères maximum ?)
- 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 à partir duquel vous pouvez tenter l'exercice d'importation dans ArcMap :

- 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

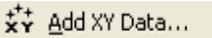
| STATION | X | Y |
|------------|--------|--------|
| Arlon-Aive | 254950 | 42327 |
| Athus | 256446 | 28543 |
| Aubange | 253784 | 29016 |
| Balmoral | 258071 | 134418 |
| Bastogne | 246273 | 76403 |
| Battice | 253146 | 149370 |
| | | |

Table 2

| STATION météo | X (m) | Y (m) |
|---------------|--------|--------|
| Ligne en trop | | |
| Arlon-Aive | 254950 | 42327 |
| Athus | 256446 | 28543 |
| Aubange | 253784 | 29016 |
| Balmoral | 258071 | 134418 |
| Bastogne | 246273 | 76403 |
| Battice | 253146 | 149370 |

3. Importation de vos données GPS dans ArcMap à partir d'Excel.

Voir la section 3.3.12.2 ou suivez la procédure ci-dessous :

- Ouvrez un projet ArcMap
- Définissez le système de coordonnées de votre bloc de données
- Cliquez sur le menu déroulant « Tool » dans la barre de menu principale d'ArcMap
- Sélectionnez « Add XY Data... » 
- Naviguer vers votre tableur et sélectionnez le tableur et la feuille (le cas échéant) du tableur d'intérêt.
- Sélectionnez les champs de votre tableur qui correspondent aux coordonnées X-longitude et Y-latitude des points à importer.
- **Spécifier le système de coordonnées** dans lequel sont exprimés vos points à l'aide du bouton « Edit... ». Deux possibilités s'offrent à vous:
 - « **Select** », pour naviguer vers le système de coordonnées de vos points XY.
 - « **Import** », pour importer le système de coordonnées à partir d'un fichier de données géographiques déjà existant et ayant le même système de coordonnées que celui de vos points XY.
- Cliquez « OK ».

Les points s'affichent à présent dans ArcMap (sinon, faites un zoom to layer, point 3.3.6.) et la couche « nom_du_fichier_events_Events » s'est ajoutée dans la table des matières de votre projet. Cette couche ne représente pas encore un « véritable shapefile » permanent et réutilisable. Pour en créer un, vous devez encore l'**exporter**, en shapefile par exemple. Pour ce faire :

- Cliquez droit sur la « nom_du_fichier_events_Events »
- Choisissez « Data > Export Data »
- Choisissez « shapefile » comme type de fichier à produire
- *Gardez les options par défaut du menu d'exportation (« All features » et « this layer's source data »)*
- Choisissez le répertoire de sortie.
- Nommez votre fichier
- Cliquez « OK »
- Ajoutez le fichier dans votre interface ArcMap

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 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

| Nom du fichier | Description | Source |
|--|--|--|
| 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 |
| Excel sheet.xls | Exemple de feuille Excel | Créé |
| GAB_satellite_trimmed.tif | Image satellite du Gabon | http://www.maplibrary.org |
| 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 forêt brésilienne | Créé |
| 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/geonetwo rk/ |
| Soil survey.lyr | Fichier de symbologie associé à « Soil survey.shp » | 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/overl ays/2069 |
| utm_zones_final.shp | Zones UTM du monde | http://www.enviroprojects.org/geospatial-services/gis-resources/global-utm-zones/view |
| 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.c om/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 intéressants en SIG

| Category | Nom | Adresse | Descriptif | Free / open source |
|---------------------------|---|---|--|--------------------|
| Formation ArcGIS | GEEAU | http://www.ge-eau.org/index.html | TP « Initiation à ArcGIS » appliqué à gestion des ressources en eau pour l'agriculture au Burkina Faso ! Données non disponibles ! | 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 |
| 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/geonet/work/srv/en/metadata.show?id=12690 | Shapefile of populated places in the world | Yes |
| | GeoNetwork | http://www.fao.org/geonet/work/ | 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 |
| AfricaMap | http://worldmap.harvard.edu/africamap/ | Wide source of data focusing on Africa | Yes | |

| | | | | |
|---------------------------|--|---|--|-------------------------|
| Sources de données | ASTER GDEM | http://gdem.ersdac.ispacesyst.ems.or.jp/ | Modèle numérique de terrain mondial à une résolution spatiale de 30 m * 30 m. | Yes |
| | | http://www.ccafs-climate.org/data/ | Data Provided by the CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS) | Yes |
| Logiciels | QuantumGIS | http://www.qgis.org/ | La référence SIG libre !! (licence GPL) | Yes |
| | DIVA-GIS | http://www.diva-gis.org/ | Free GIS software | Yes |
| | XTOOLS-PRO | http://www.xtoolspro.com/ | Set of useful vector spatial analysis, shape conversion, and table management tools for ArcGIS | 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 |
| Forum | GeoRezo | http://georezo.net/ | Le portail francophone de la géomatique | / |
| | Forum SIG | http://www.forumsig.org/ | Forum SIG | |
| 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 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 (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'investigation particulière (pour peu que la zone d'étude soit étendue, il est généralement pratiquement impossible de se rendre en tout point 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 journées 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 reconnaître 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 des cartes-images, utiliser une grille de géoréférencement, dans le même système de coordonnées et avec les mêmes unités que ce que vous utiliserez avec le GPS (en général en WGS1984).
 - Utiliser des unités en mètre si possible, qui sont plus parlantes sur le terrain que des degrés (pour estimer les distances, les grandeurs). Les cartes-images peuvent être glissées dans des **fardes 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 (l'enrichir). Remarque : possibilité dans ArcGIS de créer des hyperliens entre un shapefile de relevé (des points par exemple) et une base de données-images.