

Tutoriel ArcGis 10.1 et Fragstats pour l'écologie

Jérôme Mathieu

2015-2016

Sommaire

1 -Prise en main de ArcGis	5
1. Configuration de l'ordinateur et notions informatiques de base	5
1.1 Fichiers, extension des fichiers	5
1.2 Configuration de l'explorateur windows : montrer les extensions de fichiers connues	5
1.3 Adresse des fichiers	6
1.4 Adresses relatives des fichiers	6
1.5 Règles pour les noms de fichiers et dossiers avec les SIG	7
1.6 Paramètres linguistiques : symbole pour le séparateur de décimales	7
2. Utiliser ArcGis	8
2.1 Notion de projet	9
2.2 L'interface graphique de ArcMap	9
2.3 Afficher les menus et bandeaux de base	10
2.4 Deux choses à faire à chaque création de projet.....	11
• <u>1° Mettre le système d'adresse des fichiers en relatif</u>	11
• <u>2° Impérativement définir le système de coordonnées géographiques</u>	11
3. Systèmes de coordonnées géographiques	12
3.1 Diversité des systèmes de coordonnées.....	12
3.2 Gestion des SCR dans ArcGis	13
3.2.1 Système de coordonnées d'un projet dans ArcMap.....	13
3.2.2 Système de coordonnées d'une couche	14
3.2.3 Changement de système de coordonnées d'une couche	14
3.2.4 Ajout dans un projet d'une donnée de SCR différent	15
4. Format des données SIG	16
4.1 Format Vecteur : "Shapefiles"	16
4.2 Format raster	17
4.3 Passage raster ⇔ vecteur.....	19
4.4 Description des données : les Métadonnées.....	20
5. Ajout et manipulation de données dans un projet ArcMap	21

5.1 Accéder pour la première fois à un dossier de l'ordinateur depuis Arcgis	21
5.2 Accéder à des données sur un ordinateur distant (serveur)	21
5.3 Ajout d'une couche	21
5.4 Suppression de couche	21
5.5 Changer l'ordre des couches.....	22
5.6 Changer l'apparence des données : symbologie	22
6. Mise en page et création de cartes dans ArcMap	23
7. Raccourcis utiles dans ArcMap	24
2- Analyse de données.....	26
1. Aide du logiciel : trouver les fonctions dont on a besoin.....	26
2. Créer des analyses et les sauvegarder	27
2.1 Créer une ToolBox personnelle	27
2.2 Utilisation de ModelBuilder	28
3 Sélection de données.....	29
3.1 Sélection manuelle d'entités	29
3.1.1 Objets d'une couche vecteur.....	29
3.1.2 Pixels d'un raster	30
3.2 Sélection de données selon leur valeur : requête sur attributs.....	30
3.2.1 Sélection d'objets selon leurs attributs	30
3.2.2 Sélection de pixels selon leur valeur	31
3.3 Sélection de données sur critères spatiaux : requête spatiale	32
3.3.1 Sélection d'objets d'une couche vectorielle sur critères spatiaux	32
3.3.2 Sélection de pixels sur critères spatiaux.....	33
3.4 Sélection d'objets sur attributs et critères spatiaux	33
3.5 Exporter une sélection vers une nouvelle couche	33
4 Croisement de données entre couches sur critères attributaires	34
4.1 Couche vectorielle : <u>jointure sur attribut</u> et relation.....	34
4.2 Couche raster.....	36
5 Croisement de données entre couches sur critères spatiaux	37
5.1 Transfert de données d'une couches vecteur vers une autre : <u>jointure spatiale</u>	37
5.2 Extraction de valeurs d'une couche raster vers une couche vecteur de points	39
3 -Analyses spatiales	40
1 Analyse par carroyage	40
2 Analyses de proximité.....	41
2.1 Distance géographique linéaire	41
2.2 Distance géographique pondérée	42

3. Analyse de paysage	43
3.1 Formes géométriques des objets	43
3.2 Caractérisation de la structure du paysage avec le logiciel Fragstats.....	43
3.2.1 Décrire un paysage.....	43
3.2.2 Le logiciel Fragstats	44
3.2.3 Utilisation de Fragstats.....	45
4. Analyse de Modelé : Relief, exposition, radiation, flux d'eau	46
4.1 Ombrage	46
4.2 Irradiance solaire	46
4.3 Exposition	47
4.4 Accumulation de flux hydriques	47
4 – Modification de couches	48
1 Modification des valeurs dans une couche existante.....	48
1.1 Modification des valeurs des attributs d'une couche vectorielle	48
1.1.1 Modifications manuelle d'une valeur.....	48
1.1.2 Ajout d'un champs	48
1.1.3 Modification d'un champs entier par calcul	49
1.2 Modification d'une couche raster : calculs sur les valeurs des pixels d'un raster	50
1.2.1 Reclassification des pixels d'un raster	50
1.2.2 Opérations mathématiques sur les raster	51
1.2.3 Calcul conditionnel sur un raster.....	52
2 Modification de la géométrie d'une couche	53
2.1 Modification géométrique d'une couche vectorielle	53
2.1.1 Passer en mode édition	53
2.1.2 Modification manuelle d'un objet isolé.....	53
2.1.3 Modification manuelle d'un objet et des voisins contigus simultanément	54
2.1.4 Modification d'objets à partir d'objets appartenant à une autre couche.....	55
2.1 Modification géométrique d'un raster : découpage d'un raster	57
5 – Création de couches	58
1 Création de données vecteurs	58
1.1 Créer un buffer autour d'un objet	58
1.2 Digitalisation : création de nouveaux objets	59
1.2.1 Création d'une nouvelle couche de données vecteur	59
1.2.2 Préparer l'environnement de digitalisation.....	59
1.2.3 Créer des objets dans une couche.....	61
2 Création d'un raster.....	63
2.1 Création d'un raster à partir d'une couche vecteur.....	63
2.2 Importation et géoréférencement d'images raster	63

1 -Prise en main de ArcGis

1. Configuration de l'ordinateur et notions informatiques de base

Afin d'utiliser les SIG sans trop de difficultés il est nécessaire de rappeler quelques notions de base en informatique, ainsi que d'effectuer certains réglages sur son ordinateur. Attention, ces notions peuvent paraître basiques mais leur méconnaissance constitue une source de problèmes fréquente et difficiles à déceler. Merci de lire ce chapitre avec attention.

1.1 Fichiers, extension des fichiers

Un fichier est une entité stockée sur un disque dur de l'ordinateur. Il contient des informations qui sont interprétées par l'ordinateur, afin de réaliser une tâche spécifique. Un même fichier peut être lu par différents logiciels, autrement dit un fichier n'est pas exclusivement ouvrable par un seul logiciel.

Afin d'indiquer à l'ordinateur quel logiciel utiliser pour ouvrir les fichiers, le nom des fichiers comporte 2 parties : le nom du fichier à proprement parler, et une extension, qui indique à l'ordinateur quels logiciels peuvent ouvrir le dit document.

Exemple

Un fichier Word enregistré en .doc peut être lu par OpenOffice (qui est une version gratuite de Word)

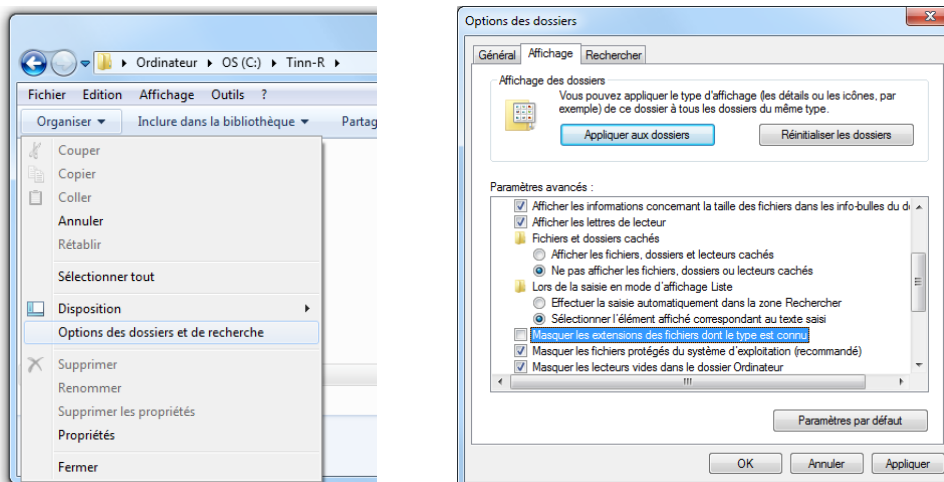
Exemples d'extensions : .doc, .xls, .jpg, .tiff, .ppt, .exe, .dbf etc...

1.2 Configuration de l'explorateur windows : montrer les extensions de fichiers connues

Il est important de pouvoir voir les extensions des fichiers lorsque l'on utilise des données cartographiques car elles permettent à l'utilisateur de repérer quels fichiers contiennent quel type d'information, et avec quel logiciel on peut les ouvrir. Il faut donc impérativement faire en sorte de pouvoir voir ces extensions, qui par défaut sont cachées dans Windows.

Afficher les extensions connues

Ouvrir l'explorateur Windows. Dans organiser sélectionner Organiser/ Option des dossiers



Aller dans l'onglet Affichage et décocher l'option Masquer les fichiers. Faire Appliquer puis OK

1.3 Adresse des fichiers

Chaque fichier est présent sur le disque dur de l'ordinateur en un endroit unique, que l'on appelle « adresse ». Cette adresse permet de localiser et d'identifier sans ambiguïté les fichiers. Généralement les fichiers sont rangés dans des dossiers organisés de manière hiérarchique. Les dossiers sont donc des entités qui contiennent les fichiers.

Ce système permet par exemple d'avoir deux fichiers aux noms identiques mais à des adresses différentes (très pratique en SIG lorsque l'on veut travailler sur une copie du fichier de données original). Les adresses sont définies de manière hiérarchique par rapport à une adresse référence. Dans windows c'est typiquement C:\

Exemple

C:\programmes\R

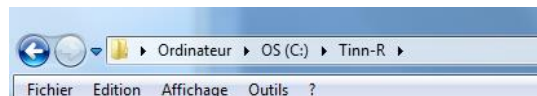
L'adresse indique que R est un sous dossier de « programmes », qui est lui-même un sous dossier de « C ».

« C » est la racine du répertoire

Malheureusement la tendance actuelle des systèmes d'exploitation est de masquer ces adresses « brutes » et de les remplacer par des adresses plus « jolies » mais moins informatives, typiquement « mes documents », ou le « bureau ». Ce genre d'espace disque est typiquement à proscrire en SIG et il convient de prendre l'habitude de se créer un dossier de travail où l'adresse complète est connue.

Récupérer l'adresse d'un dossier

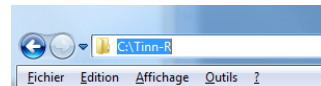
Ouvrir l'explorateur Windows. Les derniers éléments de l'adresse sont indiqués en haut



Pour avoir l'adresse complète cliquer sur la barre d'adresse ou faites F4.

Celle-ci apparait en surlignée.

Pour la copier faire Ctrl+C. Vous pouvez la coller ailleurs.



1.4 Adresses relatives des fichiers

Dans certains cas l'adresse devient très longue, ou on ne souhaite travailler que dans un sous ensemble de dossier. Il est alors possible de faire référence au dossier courant plutôt qu'à la racine du répertoire. Dans ce cas on utilise des adresses dites "relatives".

Exemple

On est en train de travailler dans le répertoire C:\SIG\tdEBE\2012_2013\exos

On veut avoir accès à des données qui sont dans C:\SIG\tdEBE\2012_2013\data

Au lieu d'utiliser « C:\SIG\tdEBE\2012_2013\data » on peut utiliser l'adresse

« ../data »

qui indique à l'ordinateur de remonter d'un cran dans le répertoire est d'aller dans le dossier données.

Ceci est particulièrement utile en SIG car : 1° les fichiers de données se font souvent appel entre eux et il est alors plus rapide d'utiliser les adresses relatives, 2° il est fréquent de déplacer ou de transférer sur une autre ordinateur des répertoires entiers de dossiers, et dans ce cas si les adresses n'ont pas été sauvegardées en chemin relatif, l'utilisateur est obligé de re-spécifier manuellement toutes les adresses de chaque fichier.

1.5 Règles pour les noms de fichiers et dossiers avec les SIG

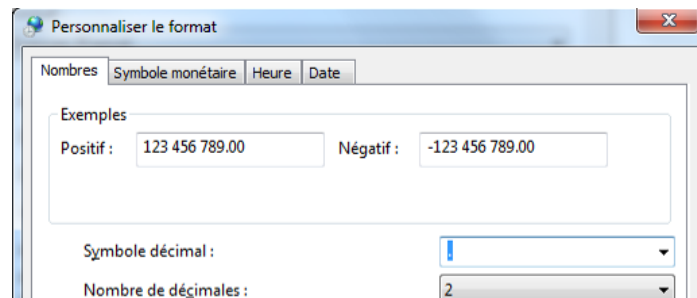
De manière générale les SIG sont très peu tolérants aux caractères spéciaux et accents. Evitez au maximum les noms de dossiers ou fichiers comprenant des espaces, des accents, ou des caractères spéciaux (type * ; . etc). **Il ne doit pas y avoir d'espaces**. Une convention est de remplacer les espaces par un « _ ». Pour ce qui est des dates la convention est de commencer par l'année, puis le mois, le jour, et ainsi de suite, afin de pouvoir trier plus facilement par date. **Les noms des fichiers doivent être courts** : <13 caractères.

Exemple

Mauvais : D:\ Mes données\td ebe\pluviométrie 3 juillet 2012
Bon : D:\Mes_donnees\td_ebe\pluvio_120703

1.6 Paramètres linguistiques : symbole pour le séparateur de décimales





Il faut utiliser le "." et non pas les "," pour les virgules dans les chiffres (norme anglo saxonne à adopter de manière générale en sciences). Pour cela aller dans le [panneau de configuration](#), puis [options régionales et linguistiques](#) puis [personnaliser](#). Ensuite dans la nouvelle fenêtre aller dans [Formats](#) puis [Paramètres supplémentaires](#). Mettre "." à la place de "," dans Symbole décimal. Faire Appliquer puis OK.



2. Utiliser ArcGis

Les données utilisées pour la cartographie sont généralement complexes. Pour une même donnée plusieurs fichiers sont nécessaires pour son utilisation. Le but d'un SIGs est de faciliter la tâche aux utilisateurs en gérant lui-même les fichiers et les données. Pour cela les SIGs sont généralement composés de plusieurs logiciels complémentaires, qui permettent chacun de faire des taches spécifiques.

Dans la suite ArcGis il y a :

ArcCatalog : pour la gestion des données	 ArcCatalog 10
ArcMap : pour la modification des données, calculs, cartes 2D	 ArcMap 10
ArcScene : pour des rendus 3D et calculs	 ArcScene 10
ArcGlobe : pour la visualisation 3D de gros jeux de données, plutôt à grand échelle	 ArcGlobe 10

Ces 4 logiciels sont complémentaires. ArcCatalog est incontournable pour l'utilisation des autres logiciels de la suite. ArcMap peut être utilisé sans avoir recours à ArcScene et ArcGlobe. Par contre ses deux derniers requièrent souvent l'utilisation d'ArcMap.

2.1 Notion de projet

Les travaux réalisés en SIGs sont appelés "projets". Les projets sont des fichiers qui recensent les données utilisées par l'utilisateur, la façon de les utiliser, et les liens entre les données. Selon le logiciel utilisé pour le projet, l'extension du fichier sera différente :

".mxd" pour les projets ArcMap

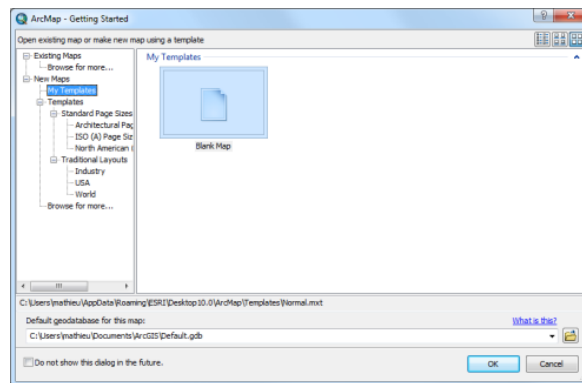
".sxd" pour les projets ArcScene

".3dd" pour les projets ArcGlobe

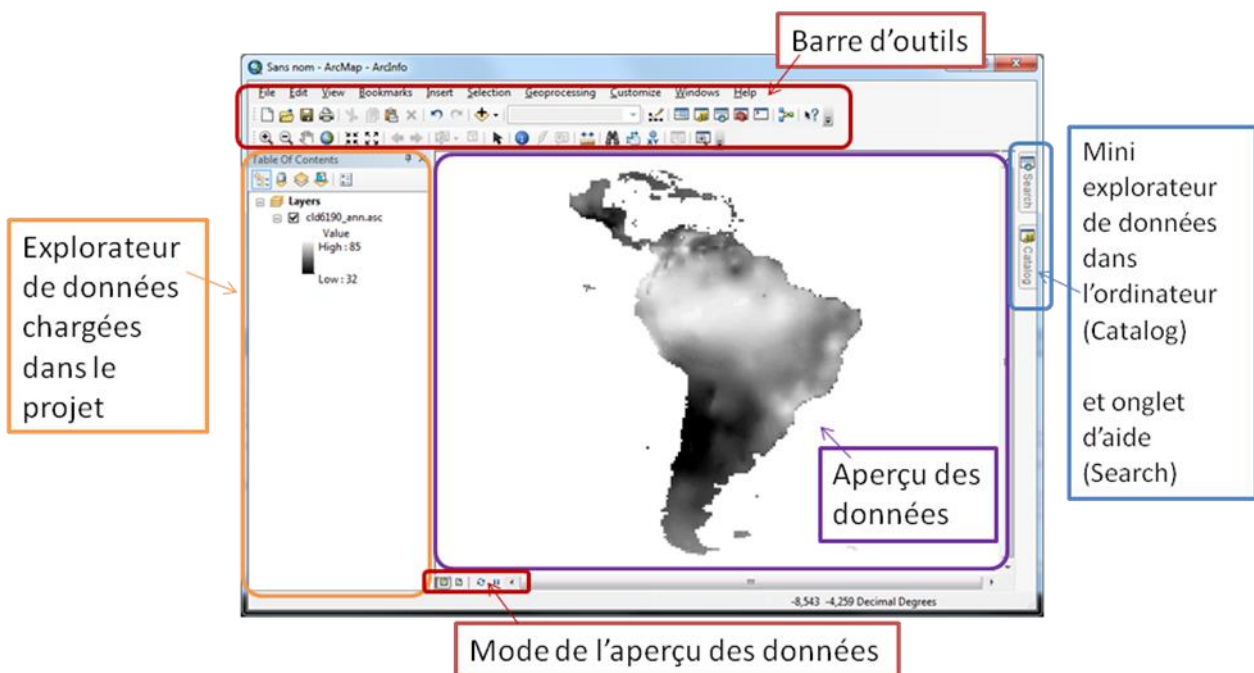
Créer un nouveau projet ArcMap

Ouvrir ArcMap dans le menu démarrer

Le logiciel s'ouvre et une fenêtre propose immédiatement de créer un nouveau projet. Choisir **Blank Map** et faire OK

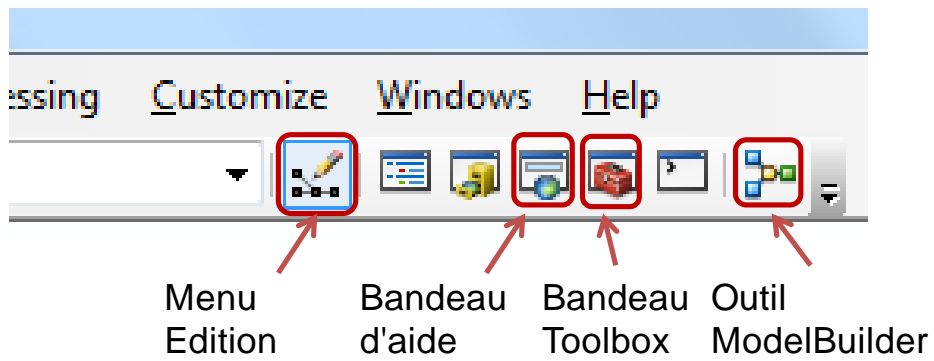


2.2 L'interface graphique de ArcMap

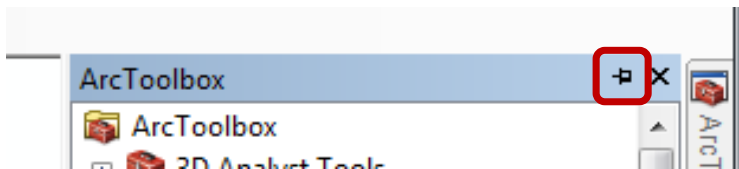


2.3 Afficher les menus et bandeaux de base

Les boutons sont dans la barre de menu principale



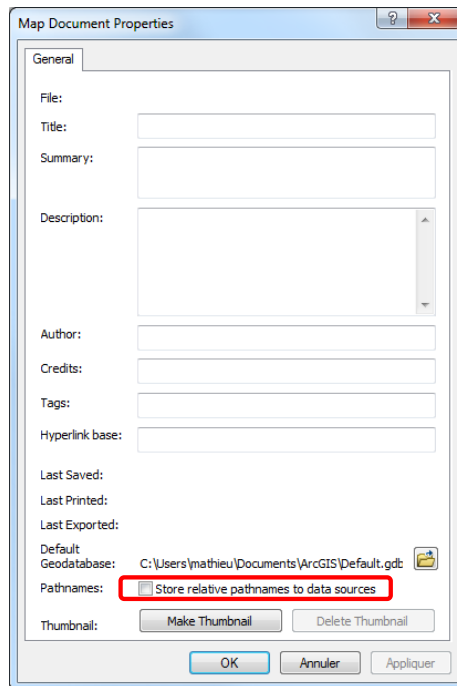
Pour replier un bandeau latéral cliquer sur le symbole punaise :



2.4 Deux choses à faire à chaque création de projet

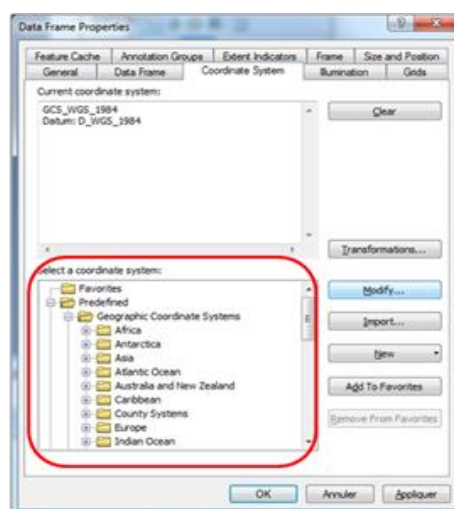
- **1° Mettre le système d'adresse des fichiers en relatif**

Par défaut la plupart des SIG utilisent des adresses absolues de fichiers, mais nous vous conseillons très fortement d'utiliser les adresses relatives, pour les raisons de portabilité évoquées précédemment (cf #1.3). Pour cela aller dans [File/Map Document Properties](#) et cocher [Store Relative pathnames to data sources](#)



- **2° Impérativement définir le système de coordonnées géographiques**

Pour cela faire un clic droit dans la zone d'aperçu des données et sélectionner le système géographique désiré.



Le chapitre suivant est consacré aux systèmes de coordonnées géographiques

3. Systèmes de coordonnées géographiques

Dès lors que l'on manipule des données spatiales, la première question à se poser est : quelle est le système de coordonnées de la donnée? Toute donnée spatiale en possède un, au moins implicitement. Il est important de bien le définir car tous les calculs et opérations cartographiques en dépendent.

3.1 Diversité des systèmes de coordonnées

Il y a 2 grandes familles de SCR (Système de Coordonées de Référence) les non projetés et les projetés.

- **Les non projetés** (Geographic Coordinate Systems dans ArcGis) sont en degrés, sont plus fidèles à la réalité mais rendent les calculs plus complexes car il faut prendre en compte la courbure de la terre pour les calculs de distances.
- **Les projetés** (Projected Coordinate Systems dans ArcGis) sont en unité métrique et induisent une déformation due à la projection, qui augmente avec la taille de l'emprise. Leur système de coordonnées cartésiens, rend les calculs très faciles. Pour limiter le problème de déformation, les systèmes projetés sont généralement utilisé pour de petites surfaces.

Face à la diversité des SCR, et parfois l'inconsistance de la nomenclature des SCR entre SIG (en particulier avec ArcGis), une organisation a défini un identifiant unique pour chaque SCR standard : le code EPSG. Ce code est généralement donné dans les SIG (mais pas dans ArcGis avant la version 10).

Le site internet **Spatial Reference** dresse l'inventaire et décrit un très grand nombre de systèmes de coordonnées et notamment l'ensemble de ceux identifiés par un code EPSG.

Voici par exemple la page de la projection "Lambert 93" : <http://spatialreference.org/ref/epsg/2154/>. L'URL reprend le code EPSG du SCR.

The screenshot shows the website page for EPSG:2154. On the left, there are two annotations: "Code EPSG du SCR" pointing to "EPSG:2154" and "Nom du SCR" pointing to "RGF93 / Lambert-93 (Google IT)". Below this is a list of files for the SCR definition, including "Well-Known-Text.as.HTTPS", "Human-Readable.COG.WKT", "Doc", "OGC.WKT", "PROJ", "DBF", "EPSG.WKT", "SRS.XML", "USGS", "MapServer.Mapfile | Python", "MapInfo.MXD | Python", "GeoServer", "PostGIS.spatial_ref.srs.DESCR", "stacresproj", and "Projections.html". On the right, a world map shows a red rectangle over France, labeled "Zone d'utilisation du SCR". Above the map, there are coordinates: "(Longitude / Latitude) RGF93/Lambert 93" and "Coordonnées du point rouge".

La carte à droite montre la **zone conseillée d'utilisation du SCR** entourée d'un rectangle rouge.

Les coordonnées du **marqueur rouge** (qui se replace automatiquement au centre de la carte sur laquelle on peut se déplacer) sont affichées au dessus de la carte en longitude / latitude dans le SCR WGS 1984 (EPSG 4326) et sont converties dans le SCR de la page. De la même manière les coordonnées des **coins inférieur-gauche et supérieur droit** de la zone du SCR sont proposées dans les deux SCR.

La page propose également les fichiers de définition du SCR en téléchargement dans différents formats : par exemple le fichier au format **.prj**

Exemple - Quelques systèmes de coordonnées courants

France (projetés)

RGF93 Lambert 93 EPSG 2154 Système de projection officiel en France

NTF Lambert 2 étendu EPSG 27572 Ancien système de projection officiel en France

Attention il existe aussi le lambert II et le lambert II cartographique

Monde (non projeté)

WGS 1984 EPSG 4326 Très utilisé à l'échelle du globe et par les GPS

3.2 Gestion des SCR dans ArcGis

La gestion des systèmes de coordonnées de référence (SCR) se fait à deux niveaux :

- **au niveau du projet**, contenant potentiellement plusieurs couches
- **au niveau des couches d'information** : chaque couche possède son propre système de coordonnées.

Une bonne pratique est d'utiliser le même système de coordonnées géographiques pour toutes les données utilisées dans un projet.

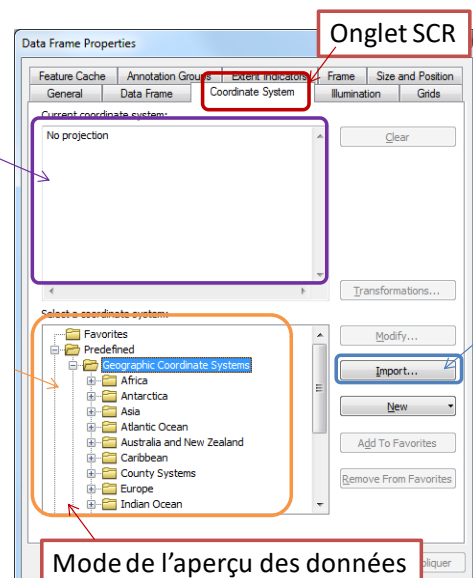
3.2.1 Système de coordonnées d'un projet dans ArcMap

Pour visualiser ou définir le SCR utilisé dans un projet ArcMap, il faut faire un click droit sur le fond de la carte et choisir "DataFrame Properties/ Coordinate system".

Une fenêtre de dialogue s'ouvre, où les systèmes de coordonnées sont classés selon qu'il s'agit de projection ou non. On peut alors choisir le SCR désiré.

Description du SCR utilisé

Liste de SCR disponibles

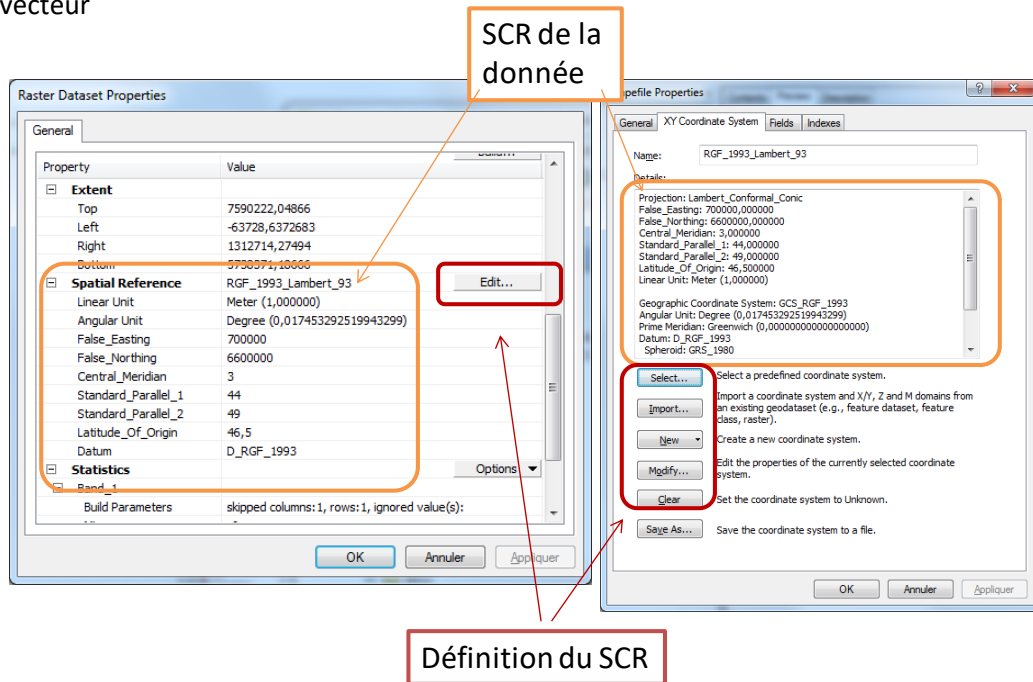


Permet d'importer un SCR depuis une autre donnée

Mode de l'aperçu des données

3.2.2 Système de coordonnées d'une couche

Pour connaître le SCR d'une donnée, le mieux est d'utiliser ArcCatalog de faire clic droit sur la couche et aller chercher l'information dans le champ ou l'onglet correspondant, selon que la donnée est raster ou vecteur



Depuis ArcMap, faire un clic droit sur la couche et aller dans [propriétés/sources](#)

3.2.3 Changement de système de coordonnées d'une couche

Pour changer de système de coordonnées d'une donnée, on dit qu'il faut les « projeter ». Cette opération se fait dans ArcCatalog avant de mettre la couche dans le projet ArcMap.

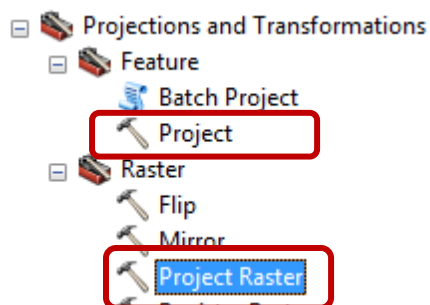
Pour projeter un shapefile, utiliser la fonction

Data Management Tools → Projections and Transformations → Feature → **Project**

Data Management Tools → Projections and Transformations → Feature → **Batch Project** si vous avez plusieurs shapefiles

Pour projeter un raster, utiliser

Data Management Tools → Projections and Transformations → raster → Project Raster



3.2.4 Ajout dans un projet d'une donnée de SCR différent

Lorsqu'une donnée est ajoutée à un projet et que son SCR n'est pas le même que celui du projet, il y a conflit. Une possibilité, automatiquement proposée, est de faire une projection à la volée, c'est-à-dire de projeter la donnée dans le SCR du projet pour l'affichage, sans changer le SCR de la couche.

Bien que séduisante, l'utilisation de cette option est fortement déconseillée car elle peut complètement fausser certains calculs sans que ce soit détectable. D'autre part elle empêche l'utilisation de nombreux outils de calcul et ralentie fortement l'ordinateur lors de l'utilisation de gros fichiers.

Il est donc toujours conseillé d'homogénéiser les données en amont, c'est-à-dire de les reprojeter dans le bon SCR, depuis ArcCatalog, avant de les intégrer dans un projet.

4. Format des données SIG

Comme vous l'avez vu en cours les données cartographiques peuvent être de plusieurs types. Les deux principaux sont : vecteur ou raster

4.1 Format Vecteur : "Shapefiles"

Les fichiers vecteurs servent à représenter des objets bien individualisés : dont les limites sont définies. Les objets sont décrits par leurs coordonnées géographiques. Selon leur forme, les objets sont représentés par un type de shapefile différent :

- polypoints : points
- polylines : lignes
- polygon : polygones
- multipatch : Volumes 3D
- TIN : surfaces 3D



Exemple de donnée vecteur. On voit les points (les "vertex") qui délimitent l'objet.

Les informations décrivant les objets d'un shapefile sont stockés dans plusieurs fichiers complémentaires :

Fichiers principaux associés au format Shapefile

.shp	géométrie des objets 2D
.prj	système de projection géographique
.dbf	table attributaire des objets : propriétés des objets (identifiant etc)
.xml	fichier de métadonnées

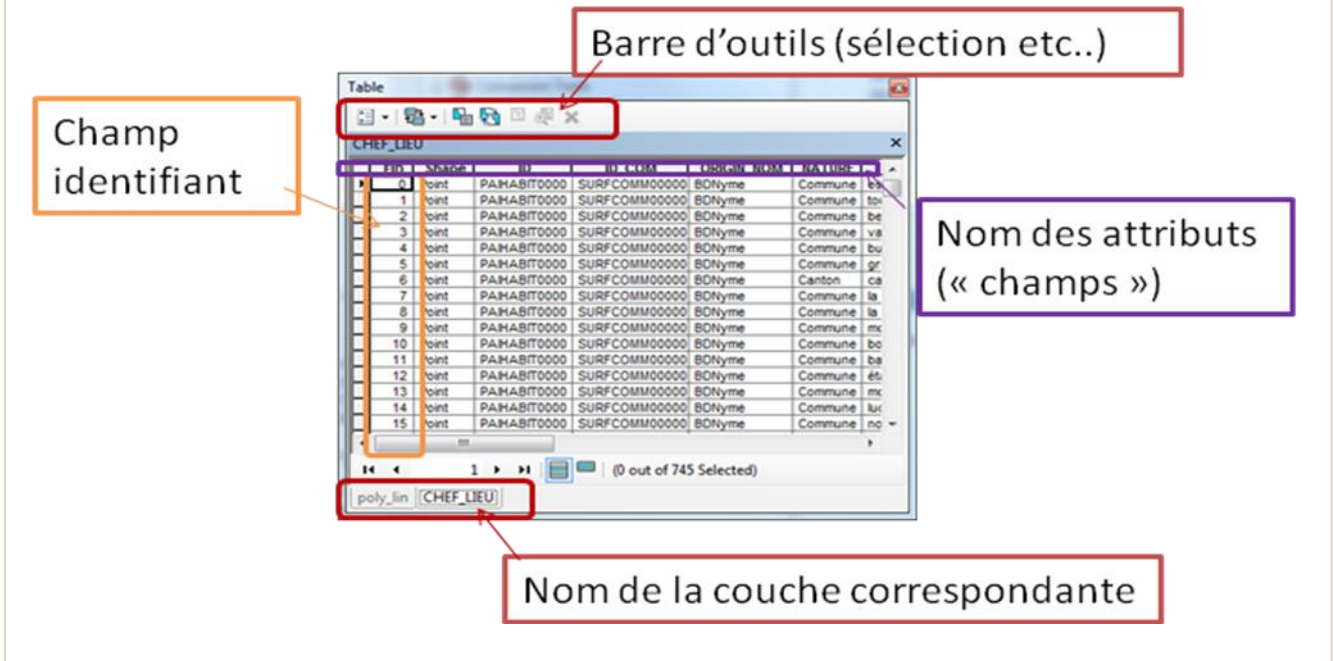
Le fichier .shp sert de référence pour identifier la donnée dans l'ordinateur.

Table attributaire d'une couche vecteur

En mode vecteur les données sont représentées sous forme d'individus distincts (dont les coordonnées forment des vecteurs). Du fait de cette représentation en individus on peut associer différents types d'information à chaque individu. Chaque type d'information est stocké dans un « attribut ». Ce peut être la taille, la densité, la date, etc.. L'ensemble des attributs est stocké dans un tableau appelé "table attributaire", et qui est stocké dans un fichier d'extension ".dbf"

Pour accéder à la table attributaire d'une couche dans ArcMap on peut faire Ctrl + double clic sur la couche vectorielle désirée depuis l'explorateur de données chargées. On peut aussi l'ouvrir depuis l'explorateur Windows classique avec un tableur type Excel mais attention à la compatibilité du format lors de l'enregistrement. R peut importer et modifier les tables attributaires avec le package foreign.

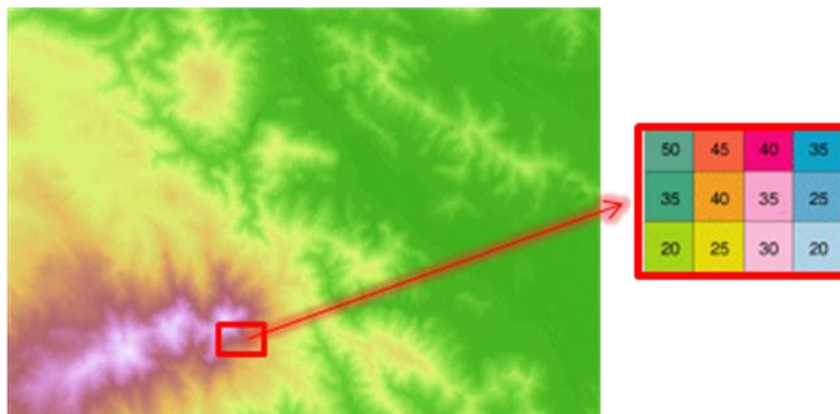
Table attributaire d'une couche vecteur (ArcMap)



Grâce à la barre d'outils on peut faire des sélections des objets sur leurs attributs (cf chapitre dédié).

4.2 Format raster

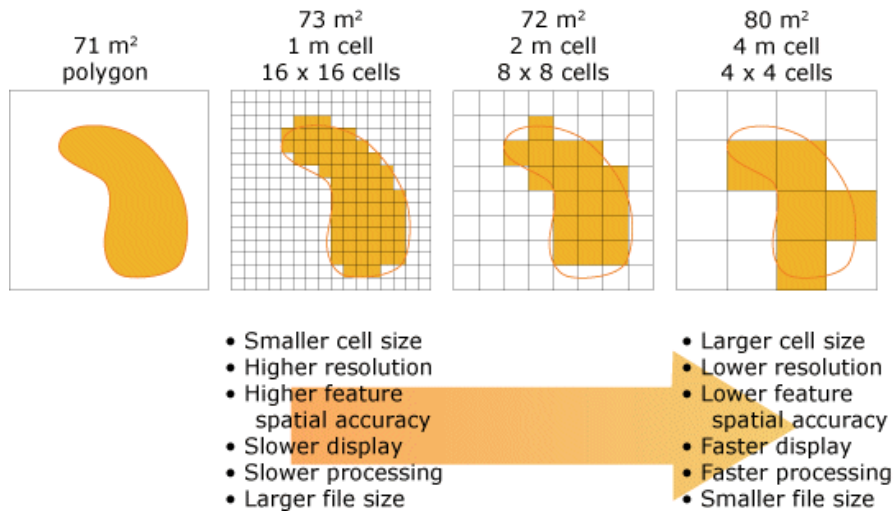
Les rasters sont des grilles régulières dont les cellules (les pixels) contiennent des valeurs qui représentent un phénomène de nature continue ou catégorique. Ce peut être la température, l'altitude, la densité en individus, le type de végétation dominant, etc. Chaque cellule peut comporter une ou plusieurs valeurs (comme dans les images satellites par exemple). Contrairement aux shapefiles, dans les rasters il n'y a pas d'individus identifiés. Chaque pixel possède des coordonnées xy. On peut faire de nombreuses opérations sur les pixels au sein d'un raster, et faire des opérations entre raster dont les cases se correspondent.



Exemple d'une carte d'altitude : chaque pixel contient la valeur de l'altitude moyenne en son sein.

Il existe de très nombreux formats de raster. Les données sont souvent stockées dans de nombreux fichiers.

La taille des cellules est homogène au sein d'une couche et définit la résolution du raster. Un même phénomène peut être représenté par des raster de résolution différente, une forte résolution permet de garder tous les détails, y compris le bruit, mais pèse lourd. Une faible résolution ne permet de montrer que les grandes tendances mais est plus léger.



Dans un même projet il peut y avoir des rasters de résolutions et d'emprises différentes. Ce n'est pas un problème tant que l'on n'essaie pas de les combiner. Si c'est le cas il faut convertir les rasters à la même résolution, au même calage de la maille, à la même emprise et bien sûr, au même système de coordonnées.

Table attributaire d'un raster

La table attributaire de raster d'entiers (uniquement) est généralement stockée dans la table attributaire ".VAT" sous forme de table de contingence : 1^{ère} colonne (VALUE) = valeur du raster, 2^{ème} colonne (COUNT) = nombre de pixels qui ont cette valeur. Cette table peut être accédée depuis ArcMap en faisant Ctrl+double clic sur la couche raster dans l'explorateur de données chargées.

Table attributaire d'un raster (ArcMap)

Nombre de pixels correspondants à la valeur

Valeur des pixels

Row	VALUE	COUNT
5	247457	
7	48532	
8	186	
10	169279	
11	1483	
12	198219	
13	19	
15	702028	
16	5	
19	4555	
20	58159	
21	4751	
22	247	
25	759334	

Tous les pixels de valeur 12 sont sélectionnés
La carte se met à jour automatiquement

4.3 Passage raster ⇔ vecteur


- **Passage Raster -> vecteur**

Cette opération est délicate et peut être réalisée de manière automatique (vectorisation) ou manuellement (digitalisation). Un chapitre plus loin est dédié à la digitalisation.

- **Passage vecteur -> raster**

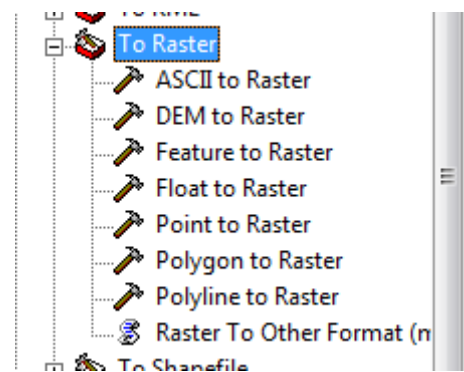
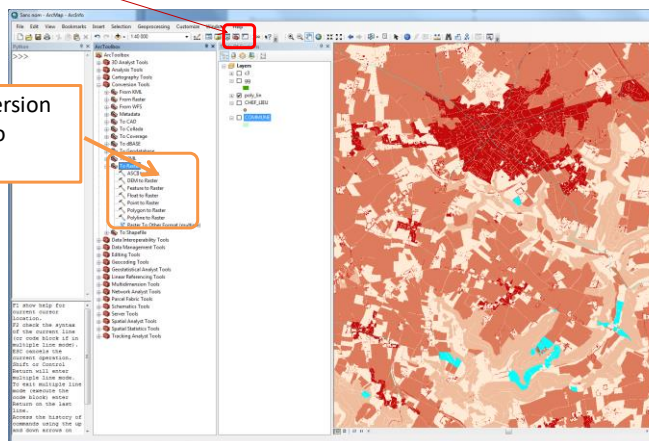
Cette opération est plus simple que l'inverse et se nomme "rasterisation". Il faut faire attention aux problèmes de résolution, et aux trous dans les données qui peuvent apparaître.

Rasterisation dans ArcMap

Dans ArcMap, ouvrir ArcToolBox  puis aller dans **Conversion Tools** et **To Raster**. Plusieurs options de rasterisation sont proposées selon le type de fichier de départ.

1° ArcToolBox

2° Conversion Tools / to Raster



Lorsque l'outil désiré est sélectionné la boîte de dialogue s'ouvre

Input Feature : couche vectorielle à rasteriser

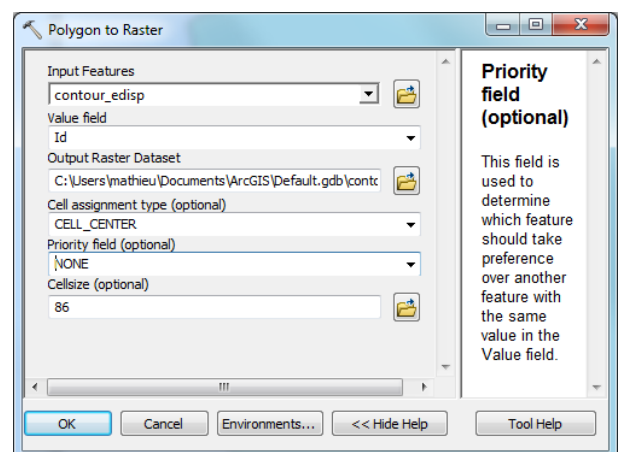
Value Field : Champ de valeurs qui sera mis dans les cellules du raster

Output Raster Dataset : nom et adresse du raster à créer

Cell assignment type : gestion du cas où plusieurs objets se trouvent dans la même future cellule du raster

Priority field : pour déterminer l'objet prioritaire dans le cas précédent si les objets ont la même valeur

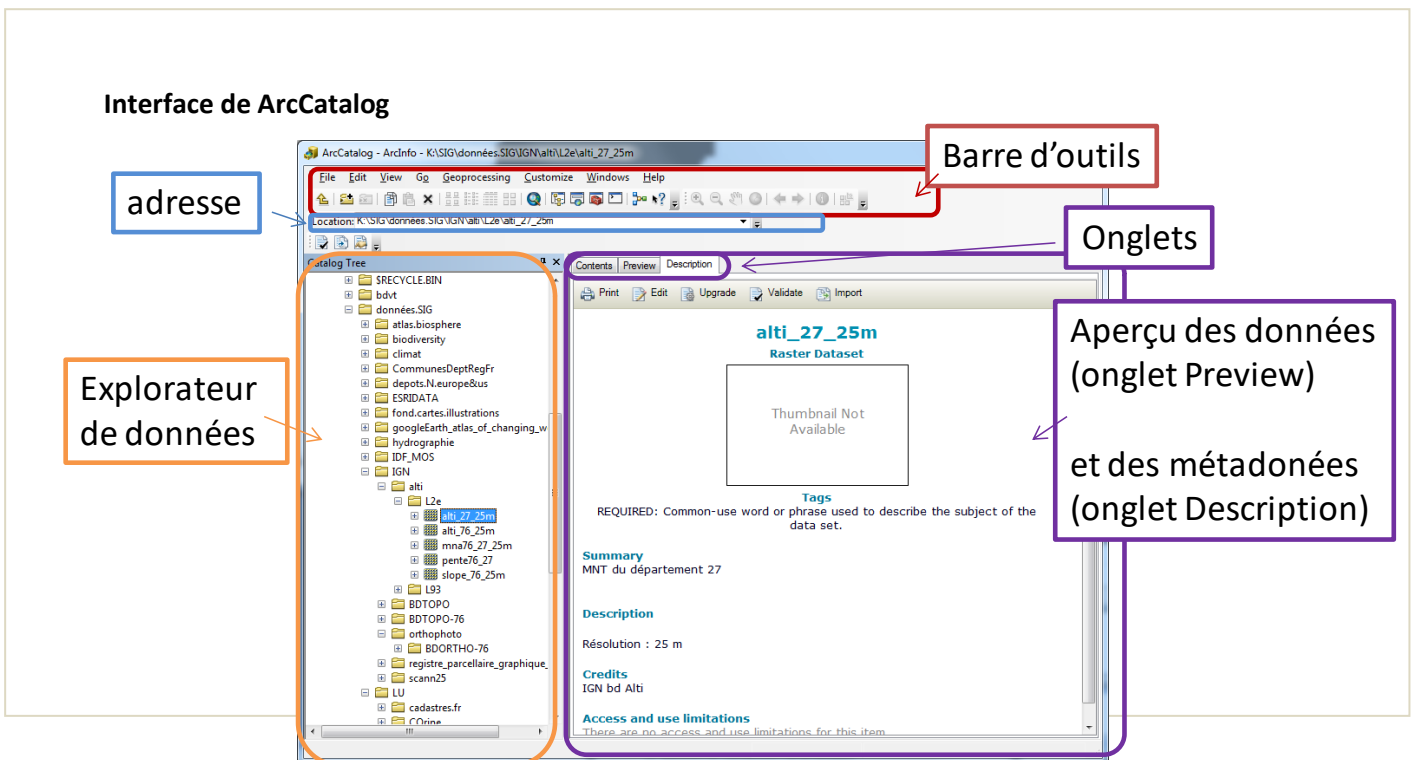
Cellsize : taille des pixels (résolution) dans l'unité de la couche d'origine. Il est primordial d'avoir bien défini le système géographique du projet et de la couche à rasteriser



4.4 Description des données : les Métadonnées

L'utilisation de SIG faisant appels à de nombreuses données, d'origine, de qualité, de date, de thèmes différents, il est important de pouvoir décrire les données. Pour cela chaque donnée est décrite par un ensemble de caractéristiques que l'on appelle « métadonnées ». Elles décrivent le contenu de la donnée : contenu, type, date, système géographique etc.

Ces informations sont typiquement stockées dans des fichiers xml, mais pas seulement. Pour consulter ces métadonnées le mieux est d'utiliser l'explorateur du SIG utilisé. Dans la suite ArcGis, c'est ArcCatalog qui permet de le faire. Sélectionner une donnée et cliquer sur l'onglet **preview**. On peut également modifier les métadonnées : bouton **edit**



5. Ajout et manipulation de données dans un projet ArcMap

5.1 Accéder pour la première fois à un dossier de l'ordinateur depuis Arcgis

Par défaut les explorateurs de fichiers des logiciels de la suite ArcGIS ne montrent pas tous les dossiers présents dans l'ordinateur. Il faut donc indiquer sur quels dossiers on veut travailler ("créer une connexion"). La procédure est la même quelque soit le logiciel de la suite utilisé. Une fois la connexion établie, elle est gardée en mémoire, même lorsque l'on ferme le logiciel ou que l'on éteint l'ordinateur. On peut aussi déconnecter un dossier pour ne plus le voir dans l'explorateur ArcGIS.

Dans l'explorateur de données de données de ArcCatalog, faire un clic droit dans une zone vide et cliquer sur connect folder

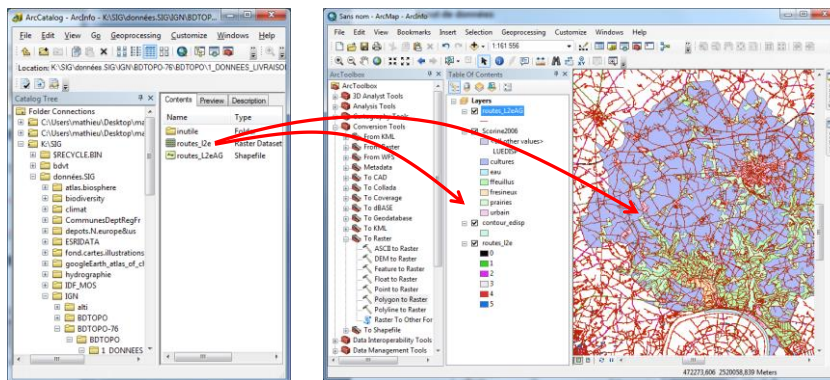


5.2 Accéder à des données sur un ordinateur distant (serveur)

Une autre possibilité intéressante et de plus en plus utilisée est de se connecter directement sur un serveur distant. De plus en plus de données sont ainsi mises à disposition gratuitement. Cependant la plupart du temps il n'est pas possible de sauvegarder ces données en dur sur l'ordinateur.

5.3 Ajout d'une couche

- Soit faire un glisser décaler de la donnée depuis ArcCatalog dans l'explorateur de données de ArcMap ou sur la zone de visualisation des données.



- Soit utiliser le bouton ajout de données dans ArcMap



5.4 Suppression de couche

Faire clic droit sur la couche à enlever dans l'explorateur de données de ArcMap puis choisir **Remove**. La donnée disparaît de la carte mais est toujours présente dans l'ordinateur.

Pour effacer de manière définitive une donnée il faut le faire depuis ArcCatalog (attention la donnée est supprimée définitivement : elle ne va pas temporairement dans la corbeille). Faire clic droit sur la couche puis **Delete**.

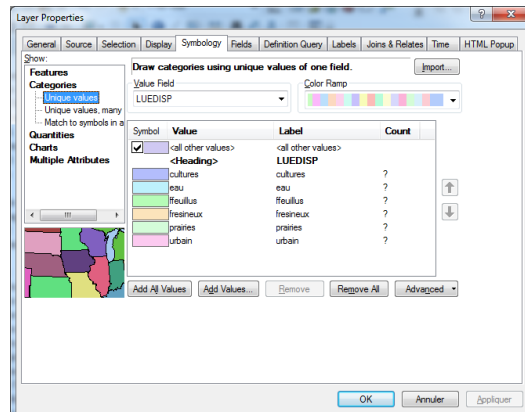
5.5 Changer l'ordre des couches

Sélectionner la couche et la faire glisser verticalement. La couche vers le haut est la couche qui est la plus haute sur la carte.

5.6 Changer l'apparence des données : symbologie

Les données peuvent être affichées de manières différentes. La phase de choix d'affichage s'appelle la symbologie. Selon la nature de la donnée, différentes options d'affichage sont possible.

De manière générale pour changer la symbologie d'une couche il faut faire un double clic sur la couche dans l'explorateur de données de ArcMap, et choisir l'onglet **Symbology** dans la boîte de dialogue.



- **Données vectorielles**

Les options peuvent concerner le contour des objets, le fond des objets (couleur, épaisseur). Le fond et la taille des objets peuvent être dépendants d'un attribut des objets. Selon que l'attribut est catégorique ou continu, différentes options sont possibles: Options **Categories** et **Quantities** respectivement. Plusieurs champs peuvent être combinés pour modifier par exemple la forme, la taille et la couleur en fonction de différents attributs (attention à la lisibilité de la carte). On peut recategoriser une variable continue pour simplifier l'affichage.

- **Données raster**

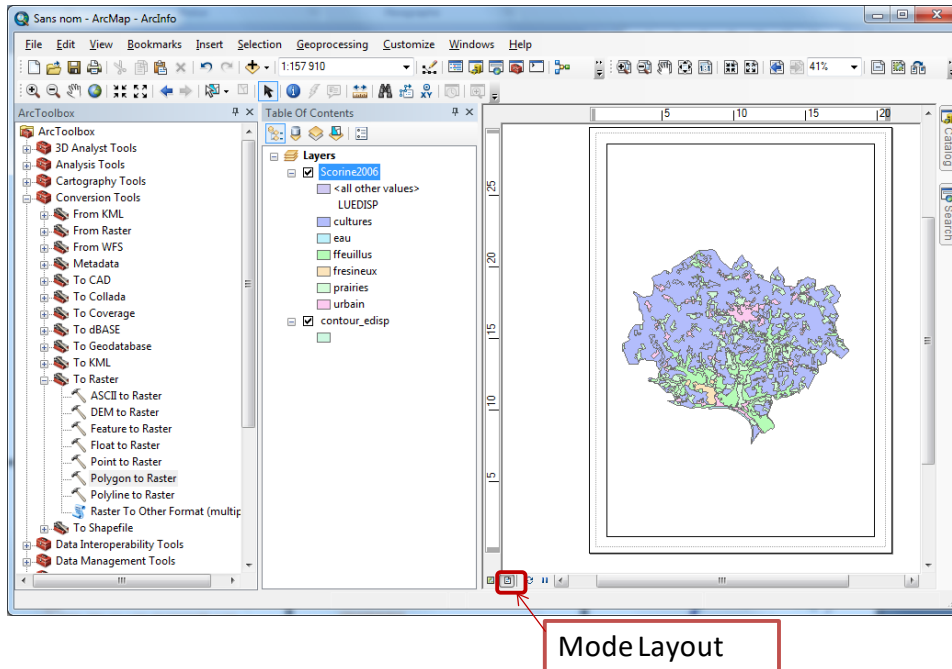
Les pixels peuvent être colorés selon la ou les valeurs qu'ils contiennent. Si la valeur est continue différentes options de rendu sont possibles, grâce aux rampes de couleurs. Il y a aussi possibilité de lisser les couleurs, de discrétiser les valeurs.

Transparence

On peut rendre une couche plus ou moins transparente en allant dans l'onglet display et en modifiant la valeur de **Transparent** (après avoir fait double clic sur la couche dans l'explorateur de données de ArcMap).

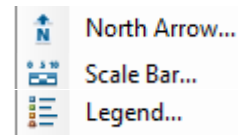
6. Mise en page et création de cartes dans ArcMap

Il faut se mettre en mode Layout dans ArcMap



Plusieurs éléments doivent impérativement figurer :

- La flèche indiquant l'orientation : Menu Insertion/North Arrows
- L'échelle sous forme de barre : Menu Insertion / Scale Bar
- La légende des couches si besoin est : Menu insertion / Legend



Tous ces éléments peuvent être configurés et déplacés en double cliquant dessus. Un fichier séparé est mis sur Sakai, avec les conventions françaises officielles pour faire une carte.

7. Raccourcis utiles dans ArcMap

Navigation dans la carte	
centrer la carte sur la souris	Enfoncer roulette de la souris
déplacer la carte	Enfoncer roulette de la souris et déplacer la souris touche C et déplacer la souris
Zoomer sur la carte	
de manière générale	roulette de la souris touche Z et clic pour zoomer X et clic pour dézoomer
sur l'étendue maximale de la carte	Inser
zoomer sur une zone	Ctrl + enfoncer roulette de la souris
zoomer et centrer sur la souris	Ctrl + clic gauche
zoomer sur un objet de la table attributaire	double clic sur la ligne dans la table attributaire
Exporateur de couches	
Sélectionner / désélectionner une couche	barre espace
sélectionner plusieurs couches à la fois	Ctrl + clic gauche sur chaque couche
Tables attributaires	
Afficher la table attributaire d'une couche dans l'explorateur	Ctrl + dble clic
Afficher la table attributaire d'un objet sélectionné	Ctrl + T
zoomer sur la table attributaire	Ctrl + roulette
Edition	
Afficher les vertex	touche V
changer d'objet sélectionné	touche N

2- Analyse de données

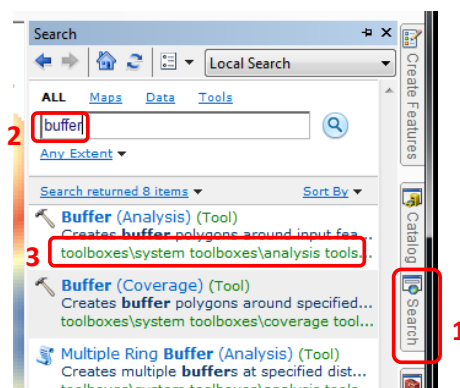
Pour faire des analyses en SIG il faut procéder en plusieurs étapes :

- Bien définir le problème à résoudre
- Identifier les données nécessaires
- Identifier les analyses nécessaires, et outils correspondant. Il y a souvent plusieurs façon d'exécuter la même opération : il faut définir la chaîne d'actions, cad le "**workflow**"
- Créer une boîte à outil (toolbox) personnelle où stocker le workflow
- Mettre en place le workflow
- Tester le workflow
- Lancer le workflow
- Enregistrer le workflow

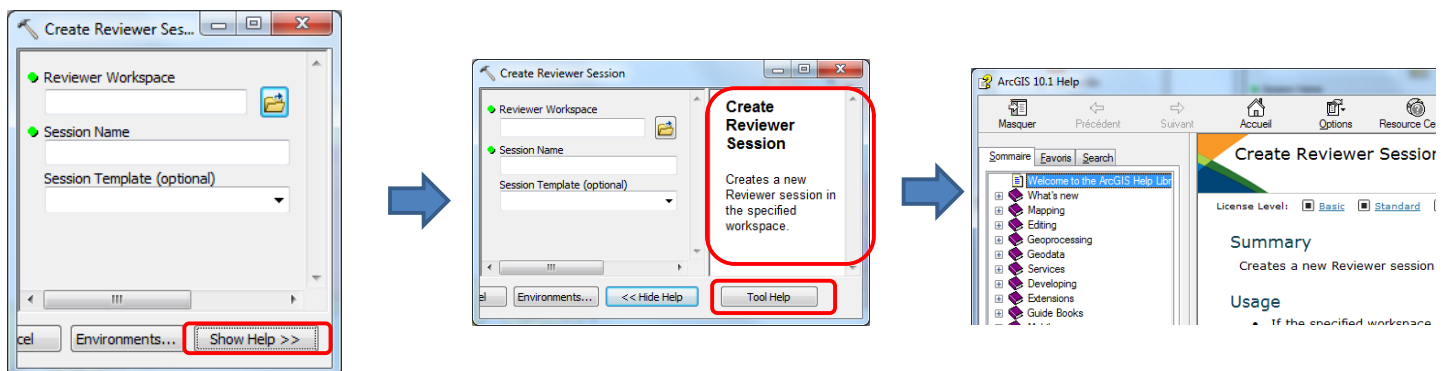
1. Aide du logiciel : trouver les fonctions dont on a besoin

Pour cela l'idéal est de partir d'analyses existantes ou de chercher par mots clés dans l'aide de Arcgis les fonctions existantes, à l'aide du bandeau "Search".

Pour chaque outil trouvé on peut cliquer sur le lien vert qui ouvre [Arctoolbox](#) au bon endroit (3).



Par ailleurs chaque outil dispose d'une aide rapide et d'une aide détaillée:



2. Créer des analyses et les sauvegarder

L'analyse de données spatiales requière souvent de réaliser une succession d'analyses ou d'opérations élémentaires sur les données. Le nombre d'opérations et d'outils correspondant devient vite important ce qui rend difficile la description de la chaîne d'actions réalisées, la reproductibilité des l'analyses, la mise à jour des analyses suite à une mise à jour des données brutes; autant de critères fondamentaux en science et dans une démarche de qualité.

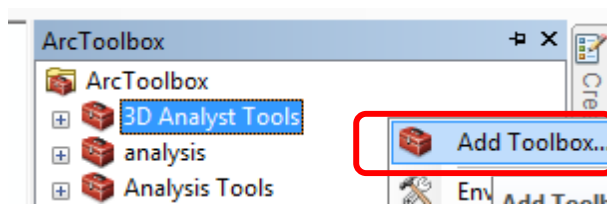
ArcGis remédie à ces problème en proposant l'outil [Model Builder](#) qui permet de décrire, réaliser et partager une série d'actions.

Cet outil est aussi souvent le premier élément utilisé dans une démarche d'automatisation de tâches répétitives et de mise en forme de scripts des analyses. En effet [Model Builder](#) permet d'exporter les chaînes d'action ("Workflow") sous forme de scripts python. Malheureusement toutes les fonctions de ArcGis ne sont pas utilisables avec Model Builder, mais dans la mesure du possible utilisez le au maximum.

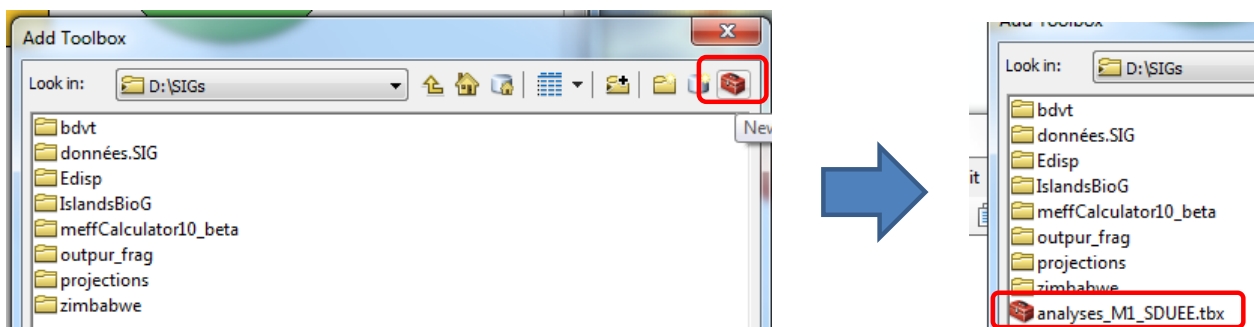
Avant d'utiliser Model Builder il vaut mieux créer une toolbox personnelle, dans laquelle on enregistrera les fichiers Model Builder

2.1 Créer une Toolbox personnelle

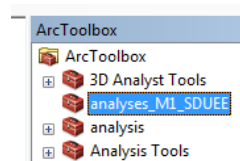
Faire un clic droit sur une zone blanche de ArcToolbox, puis sélectionner [Add Toolbox...](#)



Une fenêtre s'ouvre. Naviguer jusqu'au répertoire où on veut créer la Toolbox, puis appuyer sur le bouton créer une nouvelle toolbox



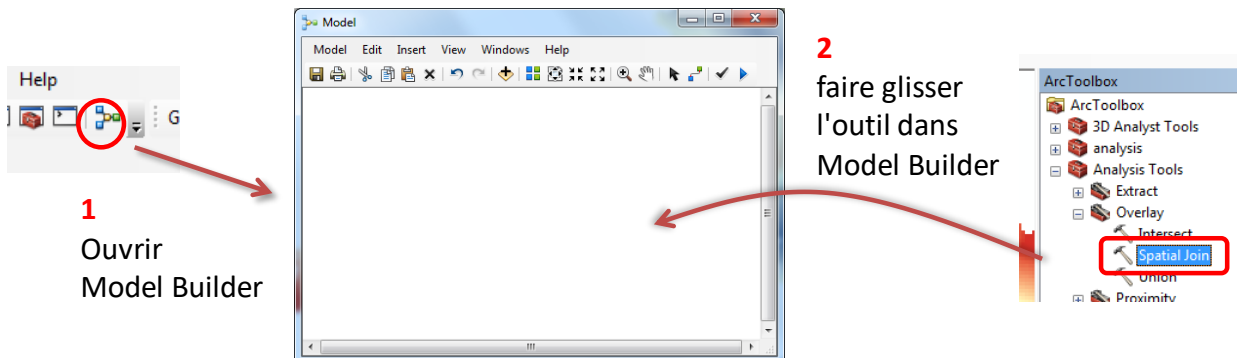
La boîte est créée et apparaît dans ArcToolbox :



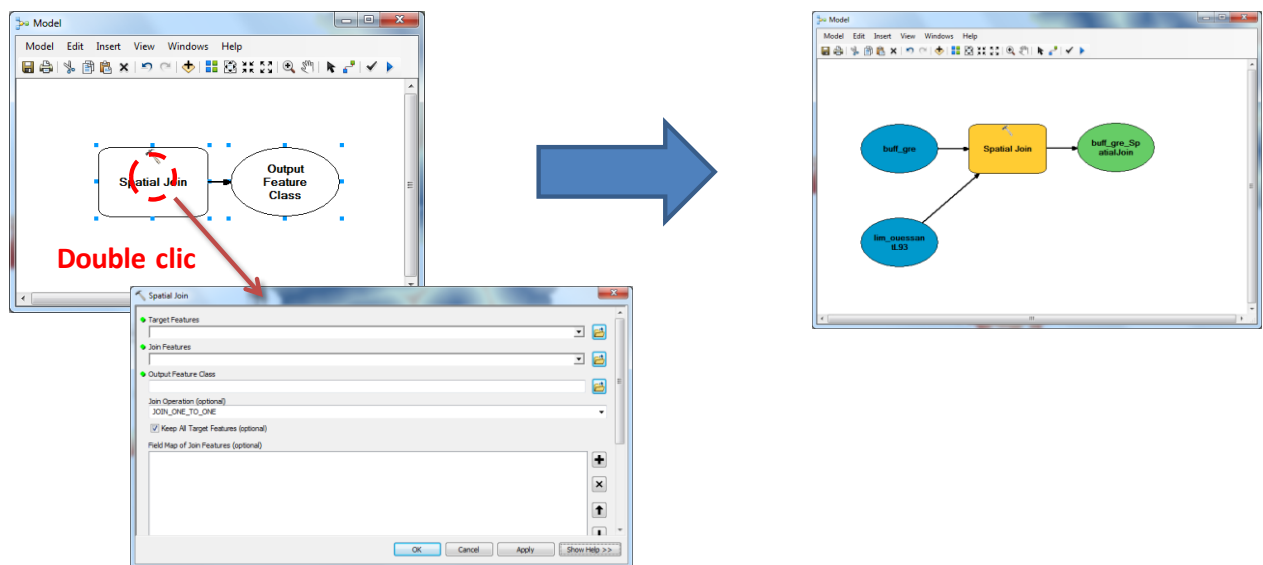
2.2 Utilisation de ModelBuilder

1° ouvrir ModelBuilder appuyer sur le bonton correspondant dans la barre des tâches.

2° Ensuite faire glisser les outils désirés depuis ArcToolbox vers la fenêtre de ModelBuilder



L'outil sélectionné est représenté par un rectangle, les données sont représentées par des ovales. Tant que les données ne sont définies elles apparaissent en blanc. Pour les définir faire un double clic sur l'outil désiré. Il faut alors renseigner la boîte de dialogue comme d'habitude. A la fin cliquer sur OK. Le workflow est alors colorié : en bleu pour les couches en entrée des outils, en orange pour les outils, et en vert pour les couches produites par les outils



3° On peut réarranger la disposition des boites en le déplaçant avec la souris

4° Tester la validité du script avec le bouton



5° Exécuter le script avec le bouton exécutés

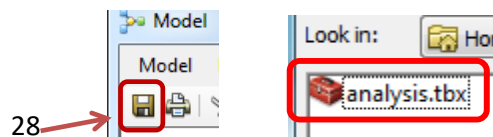


Une ombre apparaît derrière les éléments exécutés

6° Enregistrer le workflow

Les workflow ne peuvent être enregistrés qu'au sein d'une boîte à outil : Pour cela faire "Save "

puis sélectionner la **boîte à outil** désirée.



3 Sélection de données

Ce chapitre est consacré à la sélection de données pour faire des analyses. La sélection de données pour l'édition (la modification) de données est expliquée dans un autre manuel.

On peut sélectionner une partie des données d'une couche à la main, à partir des champs des tables attributaires, ou selon des critères de disposition spatiale.

De manière générale, lorsqu'une entité est sélectionnée elle est surlignée en bleu clair dans la table attributaire et sur la carte.

3.1 Sélection manuelle d'entités

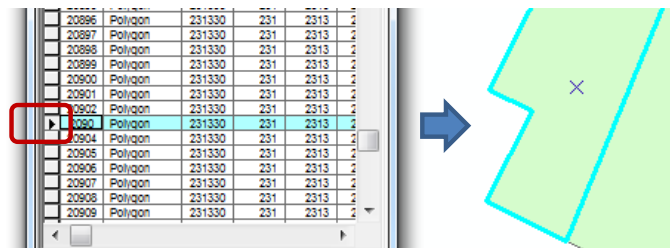
3.1.1 Objets d'une couche vecteur

Rappel : Les objets d'une couche vectorielle sont décrits dans la « **table attributaire spatiale** ».

Pour afficher la table attributaire dans ArcGIS, faire a) un clic droit sur la couche dans l'explorateur d'ArcMap, et cliquer sur **Open attribute Table**, ou b) faire Ctrl + double clic sur le nom de la couche.

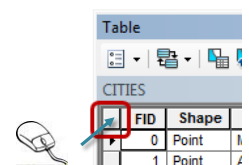


Ouvrir la table attributaire. Repérer l'entité à sélectionner et cliquer à gauche sur le montant de la colonne grise.



On peut **sélectionner plusieurs objets à la fois** en restant appuyé sur Ctrl ou sur Maj.

Pour désélectionner tous les objets, cliquer en haut à gauche de la table attributaire



3.1.2 Pixels d'un raster

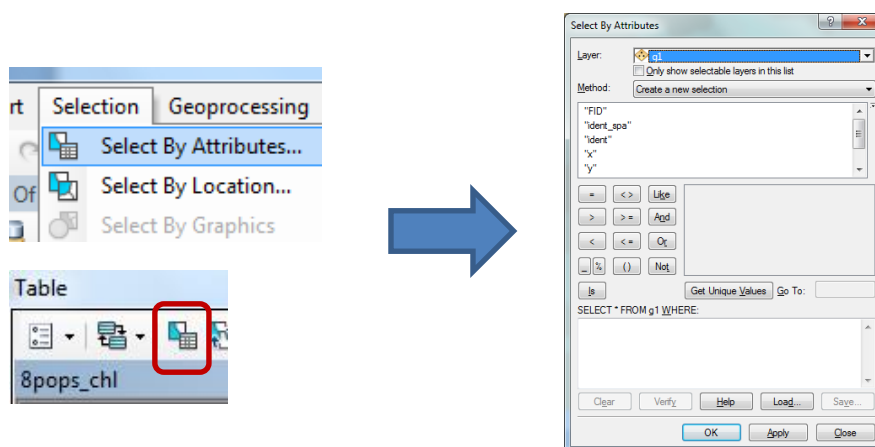
On ne peut pas sélectionner manuellement un pixel précis mais par contre on peut sélectionner tous les pixels qui ont la même valeur. cf chapitre suivant

3.2 Sélection de données selon leur valeur : requête sur attributs

3.2.1 Sélection d'objets selon leurs attributs

Dans ArcToolbox utiliser [Data Management Tools](#) → [Layers and Table Views](#) → [Select Layer by Attribute](#)

Sinon ouvrir le menu [Selection](#) puis [Select by Attributes](#) ou utiliser le bouton [Selection](#) depuis la table attributaire de la couche



Une fenêtre de requêtes s'ouvre.

Choisir le type de résultat que l'on veut dans l'option " **Method** "

- faire une nouvelle sélection
- étendre une sélection existante
- sélectionner au sein d'une sélection existante
- enlever d'une sélection existante.

En dessous sont listés les champs disponibles. Faire un double clic pour en utiliser un. Il apparaît alors en bas dans l'espace formule.

Les opérateurs permettent de faire les tests de sélection. Ils peuvent être combinés par des opérateurs logiques.

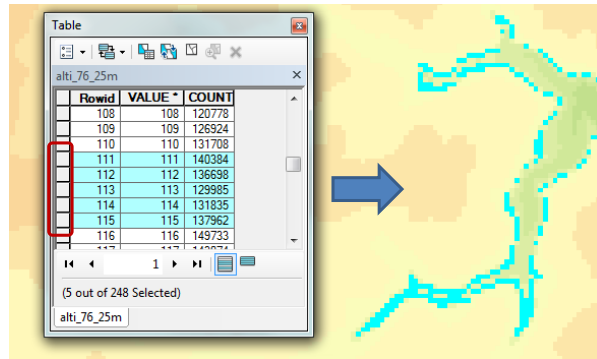
[Get unique values](#) permet d'afficher toutes les valeurs du champ sélectionné

On peut sauvegarder la formule (Bouton [Save](#)) et la réutiliser ultérieurement (bouton [Load..](#)). Une fois la requête écrite, on fait [Apply](#) pour l'appliquer. On peut vérifier dans la table attributaire que ça a marché.

3.2.2 Sélection de pixels selon leur valeur

- Si le raster est constitué d'entiers

Ouvrir la table attributaire (qui n'existe que pour les raster d'entiers). Sélectionner la ligne contenant les valeurs des pixels à sélectionner (colonne "Value"). Les pixels sont sélectionnés sur la carte.

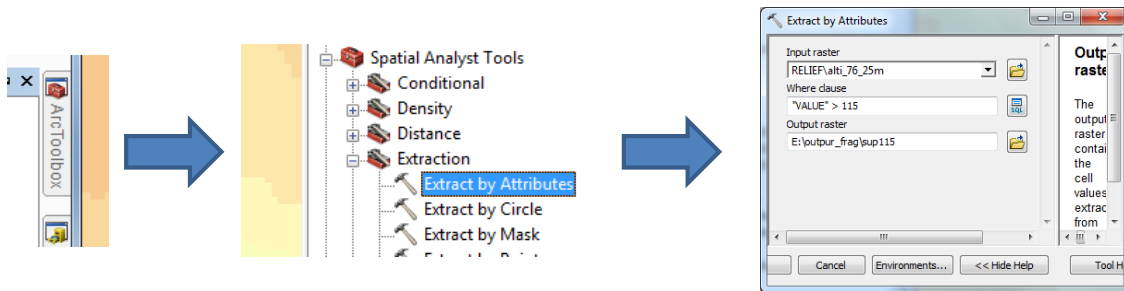


La colonne **COUNT** donne le nombre pixels qui ont la valeur "value"

On peut aussi sélectionner plusieurs valeurs de pixel, comme sur l'exemple ci-dessus.

- Si le raster contient autre chose que des entiers

On peut utiliser l'outil **Extract by attribute** de la boîte à outil **Spatial Analyst**, en utilisant "VALUE" pour représenter le raster dans le champ **Where clause**



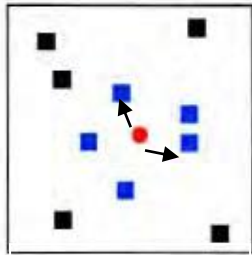
Le résultat est stocké dans un nouveau raster qui s'affiche dans l'explorateur.

3.3 Sélection de données sur critères spatiaux : requête spatiale

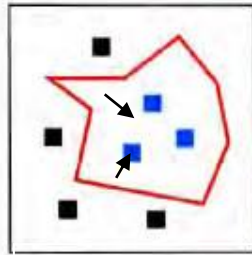
3.3.1 Sélection d'objets d'une couche vectorielle sur critères spatiaux

Les objets peuvent être sélectionnés en fonction de leur distance aux objets d'une autre couche. La couche d'origine et la couche de comparaison doivent être vectorielles, mais peuvent être de type différent (point, ligne, polygone).

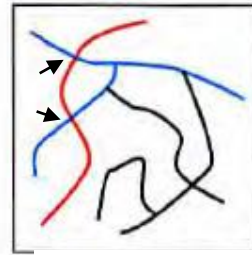
Les relations spatiales peuvent être regroupées en 4 grandes catégories :



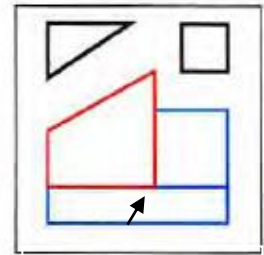
Les objets sont à une certaine distance les uns des autres



Les objets sont contenus, ou contiennent les autres



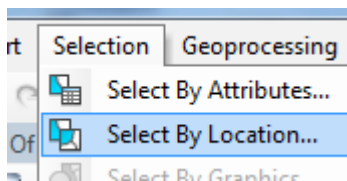
Les objets s'intersectent



Les objets sont contigus

Dans ArcToolbox utiliser [Data Management Tools](#) → [Layers and Table Views](#) → [Select Layer by location](#)

ou sinon ouvrir le menu **Selection** puis **Select by Location** depuis le menu principal



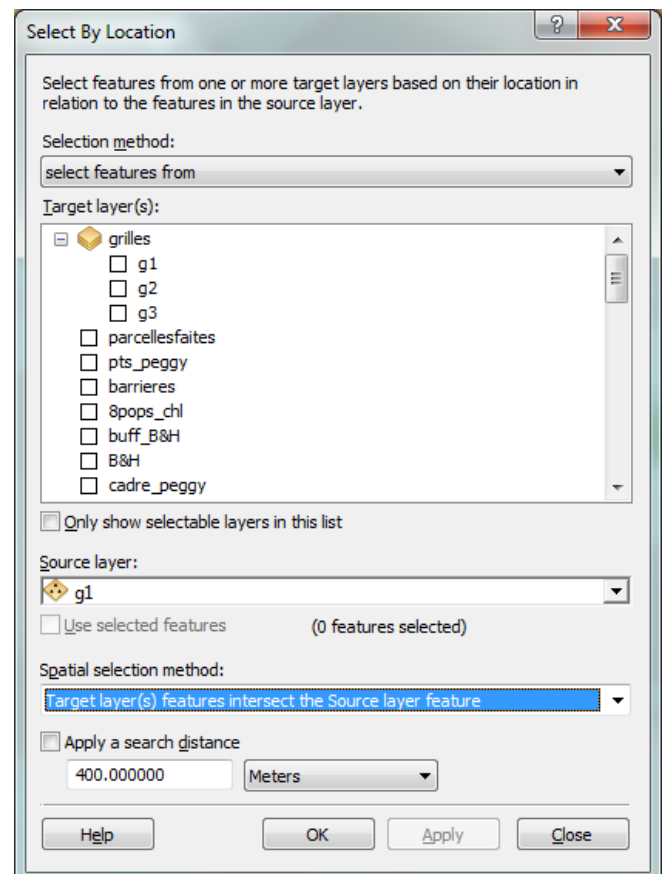
Une boîte de dialogue s'ouvre

Selection Method: permet de choisir le résultat de l'opération de requête : faire une nouvelle sélection, étendre une sélection existante, sélectionner au sein d'une sélection existante, enlever d'une sélection existante.

Target Layer(s) : couches au sein desquelles sélectionner les objets.

Source Layer : couche de référence servant à sélectionner les objets.

Spatial selection method : Cette partie varie selon le type de relation spatiale. Pour avoir des détails dessus, utiliser le bouton "help" en bas à gauche de la boîte de dialogue.



3.3.2 Sélection de pixels sur critères spatiaux

Il n'y a pas d'outils pour sélectionner directement des pixels sur des critères spatiaux. Deux approches sont possibles pour y arriver quand même :

Travailler en vectorisant les données, faire la sélection spatiale puis re rasteriser

Faire une analyse spatiale sur les objets (cf plus loin chapitre analyse spatiale) puis faire une sélection des pixels désiré avec la calculatrice raster.

3.4 Sélection d'objets sur attributs et critères spatiaux

Ceci n'est possible que sur les couches vectorielles.

Comme nous l'avons vu nous pouvons étendre ou restreindre une sélection existante. De cette manière il est possible de faire une première sélection sur critères spatiaux, puis sur critères attributaires, ou vice versa.

Pour cela il suffit de choisir "select from current selection" dans la partie **Method** de la fenêtre Select by attributes, ou "select from the currently selected features in" dans la partie Selection Method de la fenêtre select by Location.

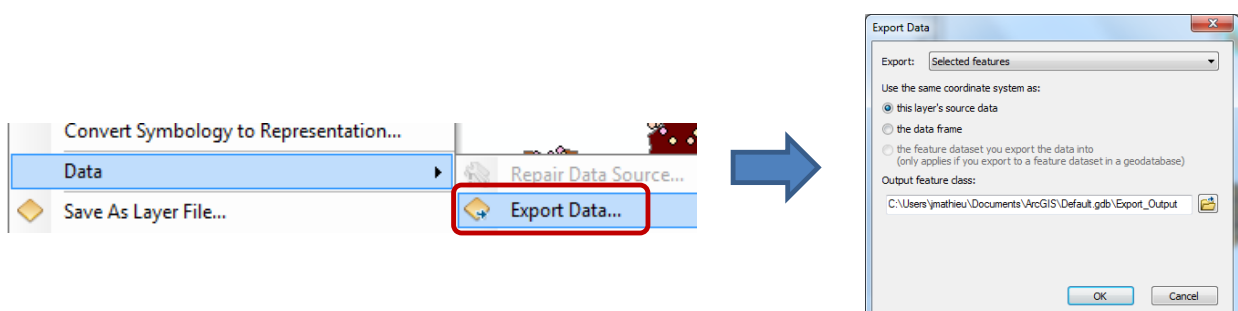
On peut également combiner plusieurs requêtes spatiales ou attributaires successives.

On peut ainsi faire des requêtes du type « sélectionner tous les arbres à moins de 20m de la route et qui font plus de 15 mètres de haut ».

3.5 Exporter une sélection vers une nouvelle couche

Il est possible de créer des couches à ne comprenant que les données sélectionnées dans une couche source. Ceci est pratique lorsque l'on veut combiner plusieurs sélections successives, en particulier lorsque l'on mélange sélection attributaire et spatiale.

Une fois que votre sélection est faite, faire un clic droit sur le nom de la couche dont on désire exporter les éléments sélectionnés, et aller dans [Data/Export Data](#)



Choisir ce que l'on veut exporter, le SCR désiré, et spécifier le nom de la nouvelle couche.

4 Croisement de données entre couches sur critères attributaires

4.1 Couche vectorielle : jointure sur attribut et relation

Pour transférer des données entre couches sur critères attributaire, il faut faire le lien entre les objets de la couche réceptrice et émettrice. Pour que cela puisse se faire il faut que figure dans la table attributaire de chaque table une colonne "clé" permettant de faire ce lien.

Deux cas de figures peuvent se présenter :

- **Cardinalité 1 : 1** : à un objet de la table attributaire receveuse ne correspond qu'un seul objet ou mesure dans la table émettrice. Autrement dit, à une ligne de la table attributaire receveuse il ne correspond qu'une ligne de la table émettrice. On dit que c'est une relation de cardinalité 1 : 1 Il faut alors faire une "**jointure sur attribut**".
- **Cardinalité 1 : n** : à un même objet de la table attributaire receveuse , il peut correspondre plusieurs mesures/objets dans la table émettrice. On dit que c'est une relation de cardinalité 1 : n. Il faut alors faire une "**relation**", ou une synthèse (cf. plus loin jointures spatiales)

Le résultat est l'ajout à la fin de la table receveuse des colonnes de la table émettrice.

On peut associer plusieurs tables indépendantes à une même couche receveuse.

Jointure sur attributs

Pour pouvoir lier deux tables il faut que les colonnes clés soit codées exactement de la même manière, pour que la liaison puisse se faire. Illustration :

Table attributaire 1)
de la couche receveuse

FID	Shape *	IDpt	ColPt
0	Point	pt1	R
1	Point	pt2	G
2	Point	pt3	Y
3	Point	pt4	P

jointure

Table attributaire 1)
receveuse modifiée

FID	Shape *	IDpt	ColPt	IDpt	city	population
0	Point	pt1		pt1	Cynthiana	10000
1	Point	pt2		pt2	Atlanta	5000000
2	Point	pt3		pt3	Wiltshire_estates	300
3	Point	pt4		pt4	Greene_Family_Farm	20

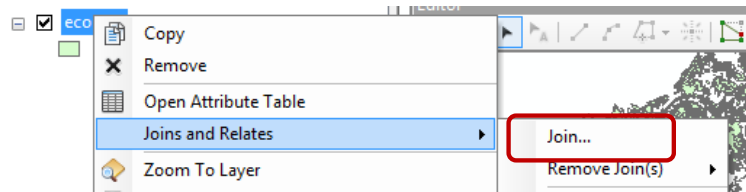
colonnes ajoutées

clé
commune
aux 2
tables

IDpt	city	population
pt1	Cynthiana	10000
pt2	Atlanta	5000000
pt3	Wiltshire_estates	300
pt4	Greene_Family_Farm	20

Table 2) possédant les données
à transférer (ex: fichier .txt indépendant)

Pour faire une jointure sur attributs, il faut faire un clic droit sur la couche, dans l'explorateur de couches ArcMap, puis sélectionner [Joins and Relates /Join](#)



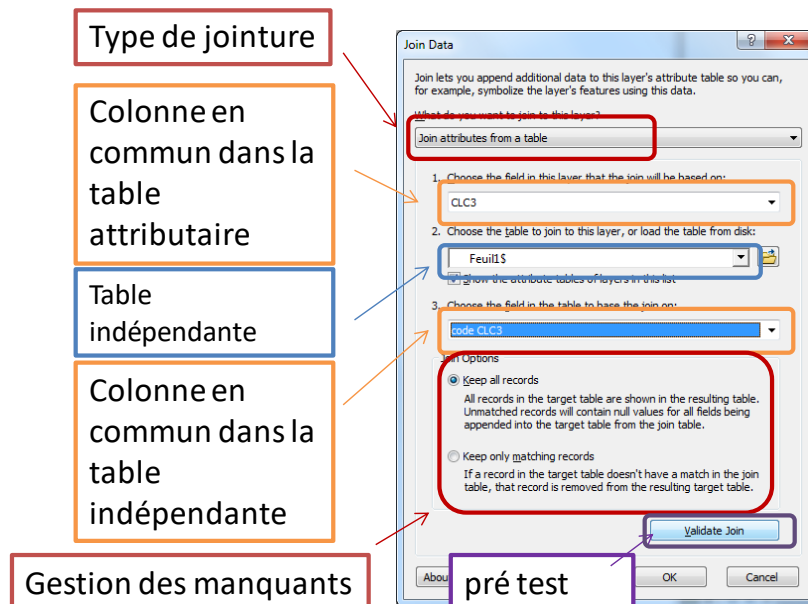
ou dans ArcToolbox [Data Management Tools](#) → [Joins](#) → [Add Join](#)

Une boîte de dialogue s'ouvre :

- laisser l'option « **Join Attributes from a table** » choisir le champ clé de la table attributaire spatiale
- choisir la table attributaire indépendante. Ce peut être un fichier texte
- Choisir le champ clé de la table indépendante
- Ensuite choisir le comportement de la jointure si jamais certains éléments de la couche ne sont pas renseignés dans la table indépendante :

- [Keep all records](#) gardes toutes les observations de la couche
- [Keep only matching records](#) ne garde que les objets qui sont renseignés dans la table indépendante: les objets orphelins ne sont pas gardés.

- Pour finir faire **OK** et vérifier dans la table attributaire que la jointure s'est bien faite : des nouvelles colonnes doivent être présentes.



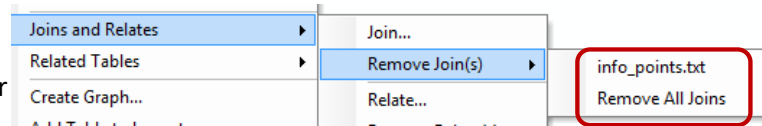
Fenêtre de jointure sur table attributaire

On ne peut pas modifier les valeurs dans les champs joints, à part en modifiant la table émettrice et en refaisant la jointure.

Pour enlever une jointure, faire clic droit sur la table attributaire, puis [Joins and Relates](#) → [Remove Join](#).

Relation

Faire un clic droit sur
[Relate](#)→[Relate...](#)



Donner [Joins and](#)

Le principe est globalement le même que pour la jointure, mis à part que l'on doit nommer un nom à la relation.

4.2 Couche raster

Dans une couche raster on ne peut pas ajouter de champs (de "canal"), ni faire de jointure.

Par contre on peut créer un nouveau raster résultant d'une opération sur la valeur des pixels

5 Croisement de données entre couches sur critères spatiaux

5.1 Transfert de données d'une couche vecteur vers une autre : jointure spatiale

On peut ajouter des informations dans une couche à partir d'une autre couche. C'est une sorte de transfert d'information, que l'on appelle jointure spatiale. Selon la nature des couches en jeu (donneuse et réceptrice) et des relations spatiales qui nous intéressent, un grand nombre de cas de figure est possible.

De manière générale, il y a trois types de relations spatiales entre objets, qui présentent des cardinalités différentes (cf. jointure sur attribut pour la notion de cardinalité)

- Le plus près, cardinalité $1 \rightarrow 1$
- Qui contient (complètement), cardinalité $1 \rightarrow 1$
- Qui interceptent, cardinalité $n \rightarrow 1$

Par ailleurs, selon la cardinalité, le résultat renvoyé est différent :

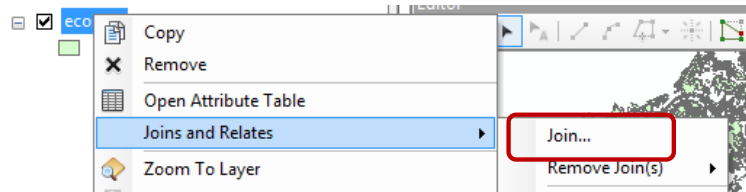
- Si la cardinalité est de type $1 \rightarrow 1$, tous les attributs de la couche émettrice sont transférés
- Si la cardinalité est de type $n \rightarrow 1$, un résumé des attributs de la couche émettrice est produit pour chaque objet de la couche réceptrice, avec en plus une colonne "count" indiquant le nombre d'éléments de la couche émettrice vérifiant la relation

Enfin, lors de l'utilisation de la relation le plus proche, (type $1 \rightarrow 1$), un champ distance (à l'objet le plus proche) est rajouté.

Ces différentes combinaisons sont résumées dans le tableau suivant.

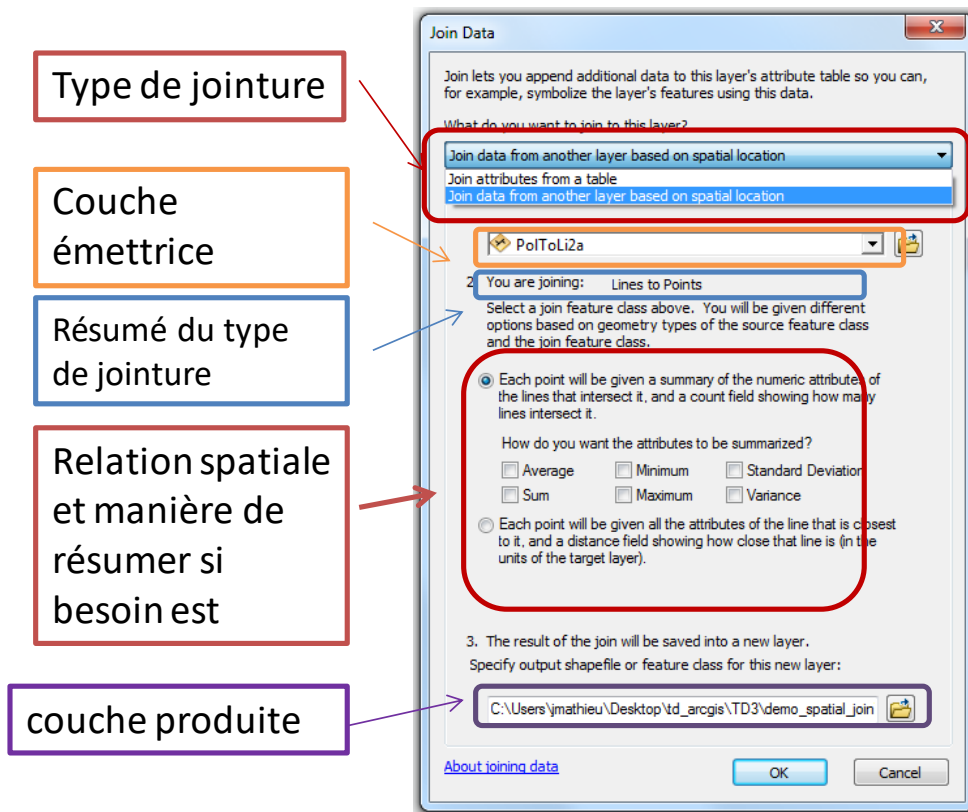
		Couche receveuse		
		Point	Ligne	Polygone
Couche émettrice	Point(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Les plus près $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé+nombre</i> • Le plus proche $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs + distance</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Qui interceptent $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé+nombre</i> • Le plus proche $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs + distance</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Qui sont contenus $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé+nombre</i> • Le plus proche du bord $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs + distance</i>
	Ligne(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Qui interceptent $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé + nombre</i> • La plus proche $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs + distance</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Qui interceptent $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé + nombre</i> • Qui contient $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Qui interceptent $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé + nombre</i> • La plus proche $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs + distance</i>
	Polygone(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Qui contiennent $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé + nombre</i> • Le plus proche $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs + distance</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Qui interceptent $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé + nombre</i> • Qui contient $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs</i> • Le plus proche $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs + distance</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Qui interceptent $n \rightarrow 1$ <i>⇒ résumé + nombre</i> • Qui contient $1 \rightarrow 1$ <i>⇒ tous les attributs</i>

Pour faire une jointure spatiale faire un clic droit sur la couche receveuse, dans l'explorateur de couches ArcMap, puis sélectionner **Joins and Relates /Join**



Une boîte de dialogue s'ouvre :

1. Choisir l'option « **Join from another layer based on spatial location** »
2. choisir la couche émettrice (1.)
3. choisir le type de relation spatiale désiré (2.)
4. En cas de relation $n \rightarrow 1$, définir la méthode pour résumer la couche émettrice
5. Donner un nom à la couche de résultat (3.). Contrairement aux jointures sur attribut, les jointures spatiales ne mettent pas à jour la table attributaire de la couche à joindre, mais en créer une copie avec les champs joints



5.2 Extraction de valeurs d'une couche raster vers une couche vecteur de points

On peut transférer les valeurs des pixels d'un raster vers une couche de points. Chaque point reçoit la valeur du pixel dans lequel il s'inscrit. Il faut utiliser

Spatial Analyst → Tools/Extraction → **Extract Values to Point**

Le résultat est un nouveau shapefile identique à la couche de point, avec un champ "rastervalue" en plus dans la table attributaire.

The image illustrates the workflow for extracting raster values to points. It consists of three main parts:

- Tool Selection:** A screenshot of the 'Spatial Analyst Tools' toolbox. The 'Extraction' sub-toolbox is expanded, and the 'Extract Values to Points' tool is highlighted with a red box.
- Tool Configuration:** A screenshot of the 'Extract Values to Points' dialog box. The 'Input point features' is set to 'grenouilles', the 'Input raster' is 'alticlip', and the 'Output point features' is 'C:\Users\mathieu\Documents\ArcGIS\Default.gdb\Extract_shp1'. The 'Interpolate values at the point locations (optional)' and 'Append all the input raster attributes to the output point features (optional)' checkboxes are unchecked.
- Attribute Table:** A screenshot of the 'Table' window showing the attribute table for the output shapefile. The table has columns for 'FID', 'Shape', and 'RASTERVALU'. The 'RASTERVALU' column is highlighted with a red box. The data is as follows:

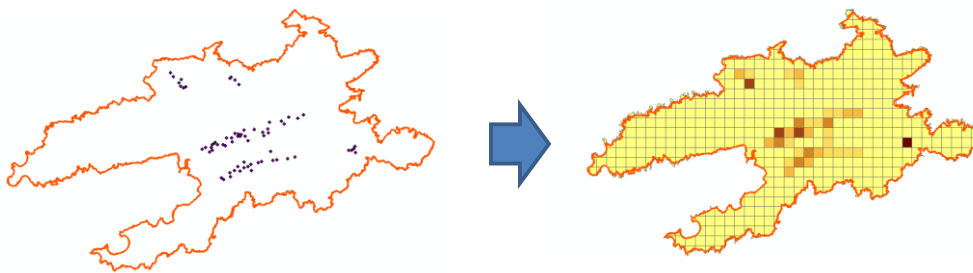
FID	Shape	RASTERVALU
0	Point	11
1	Point	12
2	Point	11
3	Point	11
4	Point	9
5	Point	8
6	Point	12
7	Point	16
8	Point	19
9	Point	21
10	Point	16
11	Point	15
12	Point	16

3 -Analyses spatiales

1 Analyse par carroyage

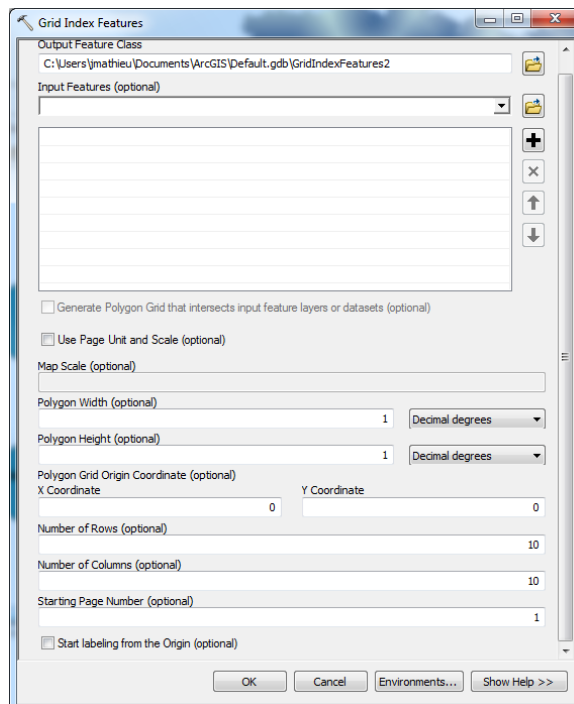
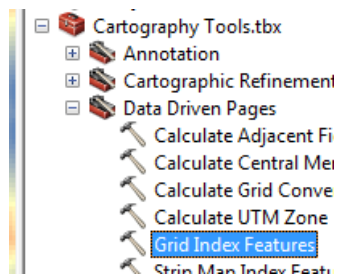
Un carroyage est le découpage d'une surface en objets contigus et identiques, généralement de forme carrée ou hexagonale. Ceci permet de synthétiser une variable spatiale au sein de chaque objet.

Exemple fictif : densité de grenouilles sur l'île d'Ouessant, obtenue à partir de la distribution individuelle des grenouilles



Utiliser ArcToolbox → Cartography Tools → Data Driven Pages → Grid Index Features

Renseigner les informations demandées.



L'étape de synthèse des données par objet est réalisée par jointure spatiale entre la couche de carroyage et la couche à synthétisée (cf tds précédents).

2 Analyses de proximité

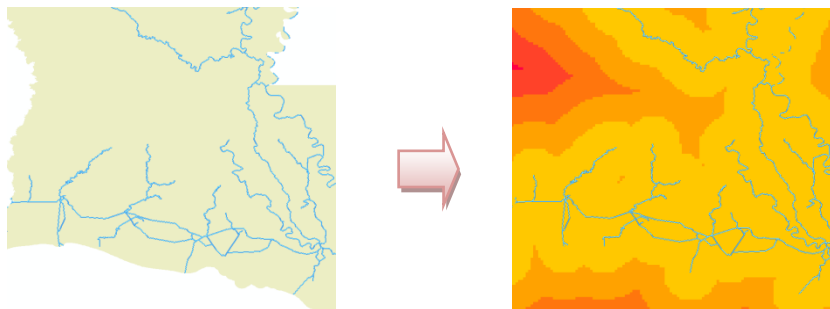
La boîte à outil **Spatial Analyst** propose plusieurs outils permettant de faire de nombreuses analyses spatiales.

Pour la plupart des analyses qui suivent, les données doivent être de type raster. Il faut bien faire attention à ce que les SCR du projet et des couches soient bien renseignés et identiques. Il faut également faire attention à la résolution des données et pour interpréter correctement les résultats, et éviter les artéfacts.

Le résultat des analyses présentées est un raster. Celui-ci est souvent temporaire, aussi faut-il penser à le sauvegarder dans un répertoire dédié.

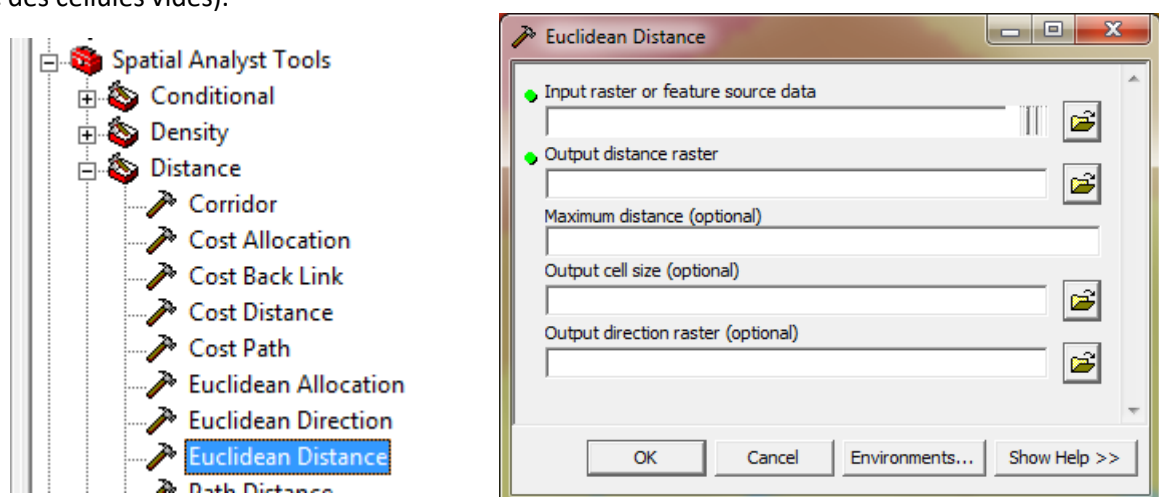
2.1 Distance géographique linéaire

Il est possible de calculer en tout point de la carte la distance aux objets d'une couche. Cela donne ce type de carte :



Pour faire ce type d'analyse il faut utiliser **Spatial Analyst** → **Distance** → **Euclidian distance**

Les objets peuvent être vectoriels (points etc) ou représentés par des entiers dans un raster creux (avec des cellules vides).



Input raster or feature correspond à la couche où sont les objets de référence

Output distance raster : raster de distance aux objet, généré par l'analyse

Maximum distance : distance maximale de prospection

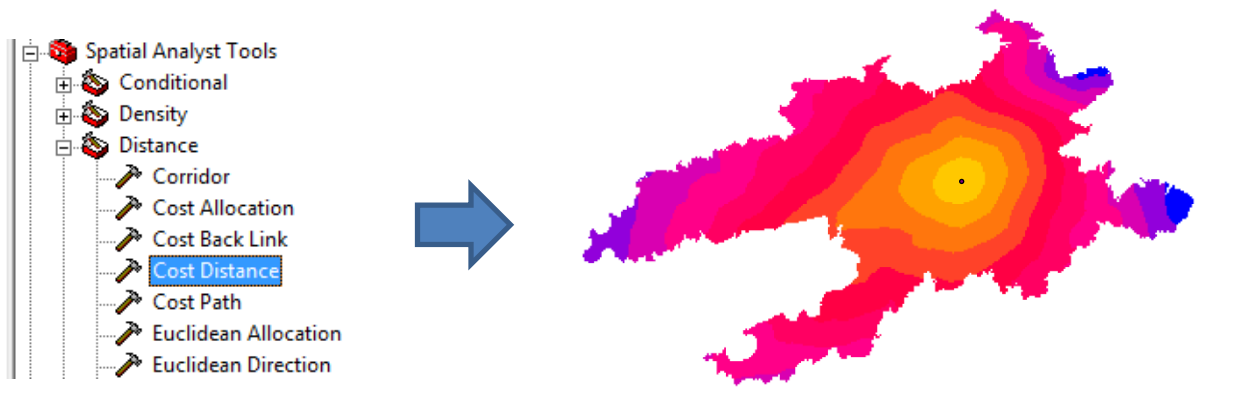
Output cell size : taille des pixels de la carte générée

Output direction raster : option pour créer une couche qui contient en chaque pixel la direction vers l'objet le plus proche, exprimé en ° (0 ° = nord, 90°=est, etc)

2.2 Distance géographique pondérée

Le paysage étant souvent hétérogène, les coûts de mouvement différent entre éléments du paysage. En conséquence la distance géographique ne représente pas forcément correctement l'effort nécessaire pour relier deux points. Pour prendre en compte cette réalité, on peut faire les calculs de distance en les pondérant par le coût de mouvement au sein des éléments du paysage. La carte des coûts est souvent appelée carte de friction ou encore carte de résistivité.

Pour mettre en place un calcul de distance pondérée, il faut utiliser la fonction [Cost distance](#) et disposer d'une couche raster représentant les coûts des mouvements

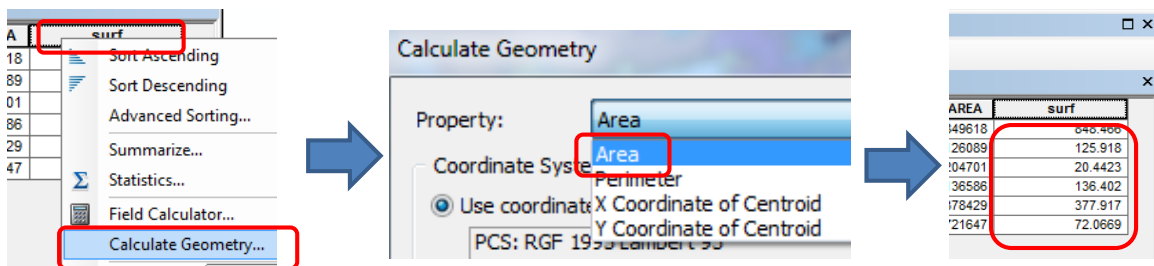


Résultat sur Ouessant, distance pondérée par l'altitude, depuis un point au centre de l'île

3. Analyse de paysage

3.1 Formes géométriques des objets

On peut caractériser la forme des objets en calculant la surface, le périmètre ou les coordonnées du centre de gravité. Pour cela il faut d'abord créer un champ dans la table attributaire de la couche contenant les objets à décrire puis faire un clic droit sur le champs et choisir **Calculate Geometry**. Sélectionner l'aspect désiré et les unités.



Il faut noter que ce type de champ ne se met pas à jour automatiquement lorsque l'on modifie la forme des objets.

3.2 Caractérisation de la structure du paysage avec le logiciel Fragstats

3.2.1 Décrire un paysage

Un paysage peut être décrit à différents niveaux d'organisation. Dans Fragstats trois niveaux, hiérarchiques, sont différenciés :

- les patches: ce sont les éléments individuels que Fragstats décèle. Il s'agit de surfaces continues avec des pixels de mêmes valeurs. A ce niveau d'analyse fragstat décrit les patches sans faire de distinction entre types de patch
- les classes: ce niveau d'analyse décrit le paysage par type de patches, c'est-à-dire par type d'élément. Ca peut être par exemple par type d'occupation du sol.
- le paysage : le paysage est décrit dans son ensemble sans faire de distinction entre types d'éléments. Par exemple la distance moyenne interpatch sera calculée sans faire de distinction entre types de patch.

Il faut bien faire attention au fait que de nombreuses métriques peuvent être calculées à plusieurs niveau d'analyse, mais que l'interprétation est radicalement différente selon le niveau d'analyse.

Il existe de très nombreuses métriques de description du paysage. Elles sont de surcroit souvent corrélées entre elles. Il faut donc impérativement choisir judicieusement les variables intéressantes en fonction de la question posée et vérifier les problèmes de corrélations pour les analyses statistiques. Par contre il faut éviter absolument "d'aller à la pêche" en calculant toutes les métriques possible et en voyant celles qui sortent, car d'une part cela génère des gros problème de corrélation entre variables explicatives qui faussent les analyses, ça fait forcément sortir significatives par hasard des variables sans qu'il n'y ait de réalité écologique derrière, et enfin, c'est impossible d'interpréter

les effets. Il faut donc à tout pris poser des hypothèses écologiques précises, les transcrire en un nombre limité de variables et lancer fragstats.

3.2.2 Le logiciel Fragstats

Fragstats est un logiciel gratuit qui permet de calculer des indices (des "métriques") de description de la structure d'un paysage. Il utilise des cartes sous **format raster d'entiers uniquement**. Celles-ci peuvent venir d'un SIG ou d'une autre source tant que le format raster est respecté (cf plus loin pour les détails)

Un paysage est constitué d'éléments juxtaposés (non chevauchants) représentés par des pixels. Les pixels ont une seule valeur (un entier) qui représente un attribut des éléments, et qui va servir de support pour l'analyse paysagère. L'attribut est souvent le type d'occupation du sol. Dans les SIG il faut souvent faire une rasterisation de la couche paysagère (passage du mode vecteur au mode raster) en indiquant le champ attributaire qui servira pour donner les valeurs des pixels.

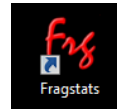
Quelques métriques utiles

CLUMPY	(-1 a1)	% de pixels côte côte identiques
CONTIG	(0 à 100)	
ENN (class)	distance moyenne la plus petite entre patch de meme type	
COHESION (class)	connectance entre patchs de meme type (%)	
DIVISION (Class)	proba que 2 pixels de patchs différent appartiennent au même type	
AI (class)	% de pixels côte côte de même type	
PR (landscape)	nombre de type d'éléments	
SHDI (landscape)	diversité de shannon en type d'éléments	

Il est très fortement recommandé de lire l'aide détaillée de Fragstats pour bien comprendre ces métriques.

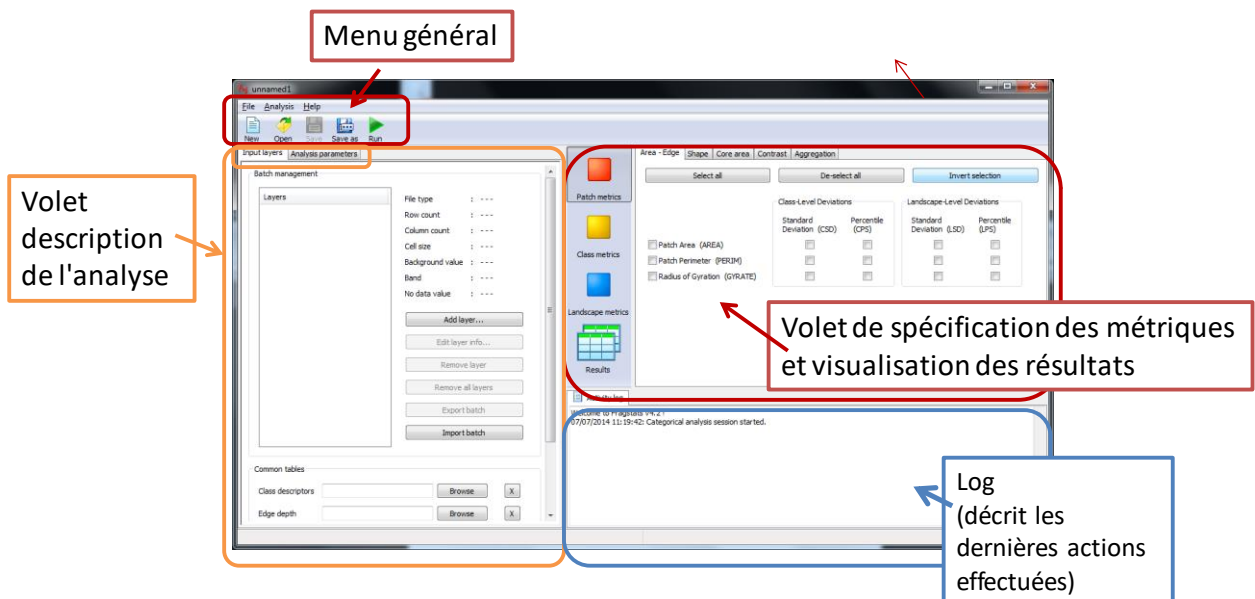
3.2.3 Utilisation de Fragstats

pour lancer le logiciel cliquer sur l'icône de raccourci :



Le principe global est de créer un fichier d'analyse (.fca) puis de la lancer. Les résultats s'affichent dans la partie droite du logiciel, et on les exporte dans des fichiers séparés par niveau d'analyse (on a donc au final entre un et trois fichiers produits)

L'interface :



Dans le volet description de l'analyse on spécifie le type d'analyse (fenêtre glissante, autour de points précis, etc), les niveaux d'analyse (patch, class, paysage) et les fichiers. Attention il y a 2 onglets

Dans la partie droite on spécifie les métriques désirées. Attention à faire le bon choix ne niveau d'analyse.

Une fois que tout est spécifié correctement on lance (Run) et on inspecte les résultats. Pour exporter vers des fichiers externes on fait save run as. Des fichiers sont créés dans l'ordinateur. Avant cette opération vérifier qu'il n'y ait pas d'anciennes analyses stockées dans Fragstats. Le mieux est de tout effacer avant de lancer l'analyse (cliquer sur drop all après avoir fait afficher les résultats).

4. Analyse de Modelé : Relief, exposition, radiation, flux d'eau

Pour faire des analyses sur le modelé d'un paysage avec [Spatial Analyst](#), il faut disposer des données altimétriques de la zone à étudier.

4.1 Ombrage

Pour créer un ombrage, utiliser [Spatial Analyst](#)→[Surface](#)→[Hillshade](#)

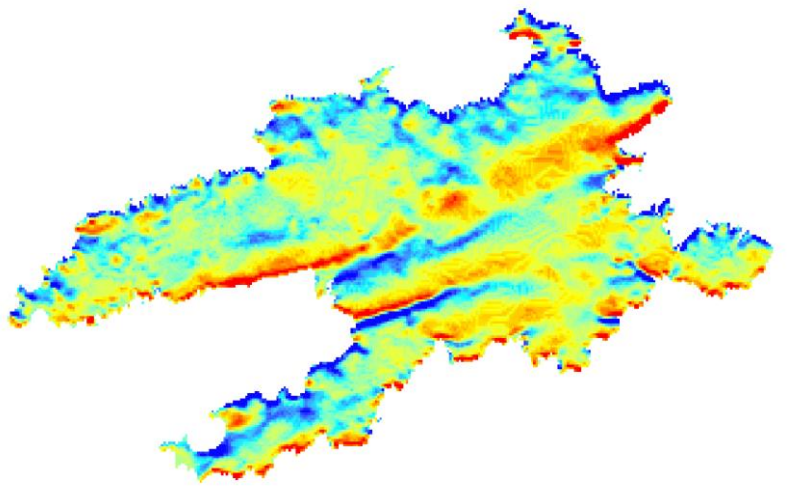


4.2 Irradiance solaire

Pour calculer l'irradiance solaire en fonction de l'exposition, utiliser

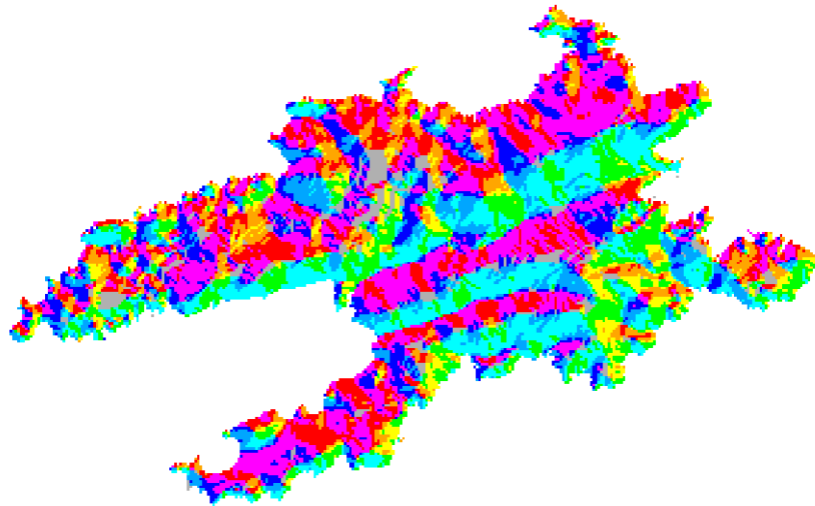
[Spatial Analyst](#)→[Solar radiation](#) → [Area Solar Radiation](#)

Choisir la période désirée, etc



4.3 Exposition

L'outil adéquat est Spatial Analyst → Surface → Aspect



4.4 Accumulation de flux hydriques

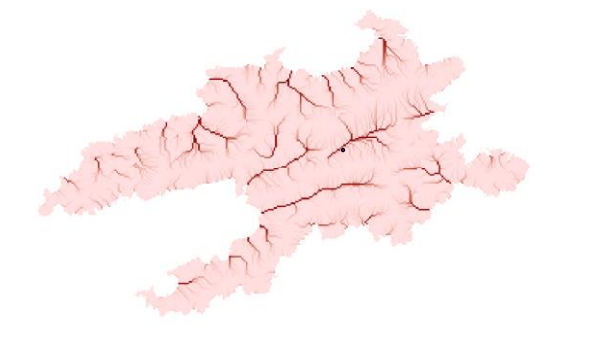
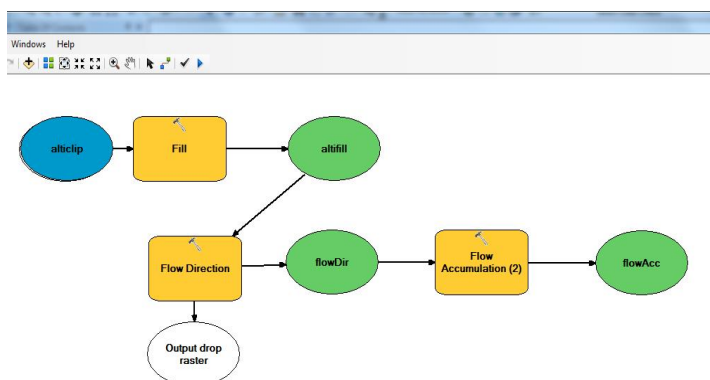
Il faut utiliser trois fonctions successivement

1° Spatial Analyst → Hydrology → Fill

2° Spatial Analyst → Hydrology → Flow Direction

3° Spatial Analyst → Hydrology → Flow Accumulation, en utilisant le résultat de l'étape précédente

Le plus pratique est d'utiliser un workflow avec ModelBuilder



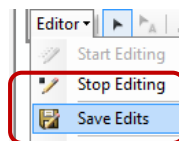
4 – Modification de couches

1 Modification des valeurs dans une couche existante

1.1 Modification des valeurs des attributs d'une couche vectorielle

1.1.1 Modifications manuelle d'une valeur

Il faut passer en mode édition en prenant soin de sélectionner la bonne couche. Ensuite double cliquer sur la cellule à modifier dans la table attributaire. Faire Enter pour valider et penser à faire Save Edits ou Stop Edits depuis le menu Editor.



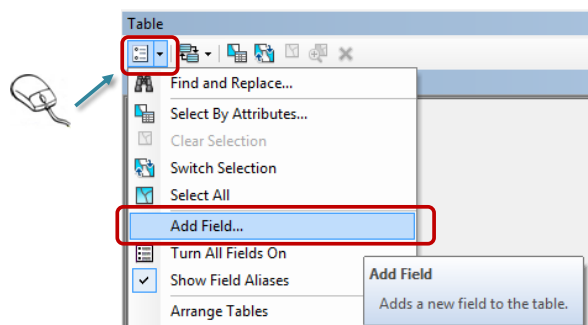
Remarque

Il est aussi possible de modifier les attributs des objets d'une couche vectorielle avec un autre logiciel (Excel, R, python ...) en travaillant sur le fichier en .dbf de la couche. Dans ce dernier cas il ne faut pas que la couche à modifier soit ouverte dans ArcGIS. Attention toutes les versions d'Excel ne permettent pas d'enregistrer en format dbf. Faites toujours une copie d'un dbf avant de le modifier de manière conséquente.

1.1.2 Ajout d'un champs

Ouvrir la table attributaire à modifier et cliquer sur le bouton blanc en haut à gauche. Dans le menu sélectionner "Add Field..."

Attention il ne faut pas être en mode édition pour que cette opération soit possible.



Il faut alors renseigner le type de champs:

- **Name** : nom du champs
- **Type** : type d'information: "integer": entier, "float" :nombre à virgule , texte, date...

1.1.3 Modification d'un champs entier par calcul

Il est possible de faire toute sorte de calculs sur les attributs des objets d'une couche. Une manière (pas très propre mais souvent pratique) de le faire est de passer par un tableur type Excel, ou par le logiciel R (beaucoup mieux), pour éditer le .dbf associé. Cependant ArcMap offre des possibilités de calcul via le **Field Calculator** et via les scripts (non abordés ici)..

Calculs sur table attributaire avec Field Calculator

Ouvrir la table attributaire de la couche.

Faire un clic droit sur le champ où doit être fait le calcul. Il vaut mieux avoir créé un champ vide à l'avance.

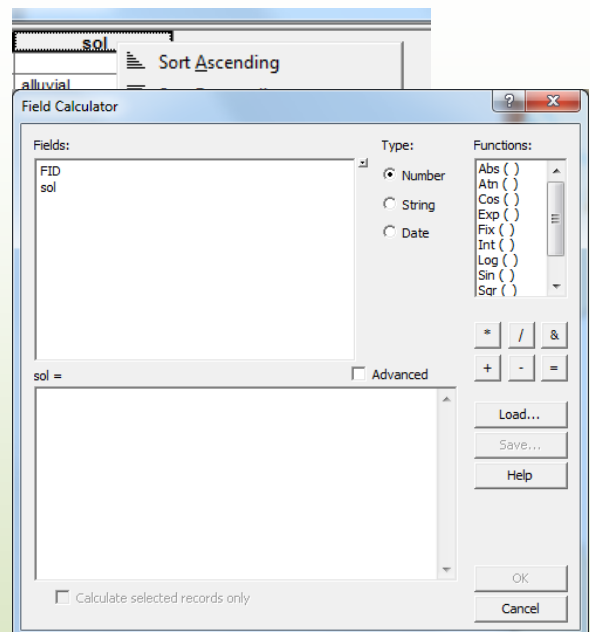
L'outil apparait

Fields désigne les champs que l'on veut utiliser pour faire le calcul. Double cliquer sur celui à modifier. Il apparait dans la formule dans la boîte du bas.

Functions indique les opérations utilisables. Double cliquer sur une pour l'utiliser. Au besoin replacer le curseur dans la parenthèse de la formule avant de rentrer un nouveau nom de champs.

L'opérateur & permet de concaténer des colonnes

Faire **ok** pour valider. Attention l'opération est irréversible.



1.2 Modification d'une couche raster : calculs sur les valeurs des pixels d'un raster

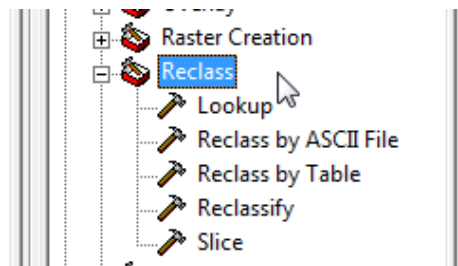
Dans ArcGis on ne peut pas éditer manuellement les valeurs des rasters. On peut par contre faire une copie en modifiant les valeurs selon une reclassification ou une opération.

1.2.1 Reclassification des pixels d'un raster

Un premier type d'opération possible sur les raster consiste à changer la valeur de chaque pixel selon des règles que l'on définit. Les nouvelles valeurs peuvent être identiques, différentes, ou nulles (pour éliminer certains pixels, valeur 'NoData'). Il s'agit donc d'une reclassification. Le résultat est un nouveau raster.

Les outils adéquats sont dans

Spatial Analyst Tools/Reclass/



La table de correspondance entre anciennes et nouvelles valeurs peut être fournie grâce à une table indépendante (outils **Reclass by Table** et **Reclass by ASCII File**), ou créée manuellement avec l'outil **Reclassify** :

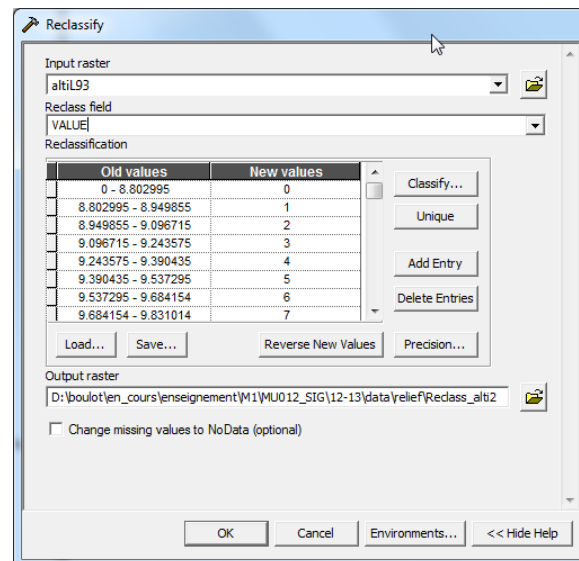
Input raster permet de choisir la couche à traiter

Reclass Field indique le type de valeur associé au pixel à reclasser

Classify ... permet de définir les règles de classification, en créant des intervalles de valeurs

Unique permet d'obtenir toutes les valeurs de pixel existantes

Output raster : raster dans le quel est stocké le résultat de la reclassification



1.2.2 Opérations mathématiques sur les raster

Il est possible de faire des opérations mathématiques sur la valeur de chaque pixels avec l'outil **Raster Calculator** de **Spatial Analyst Tools**.

Il peut utiliser un ou plusieurs rasters dans ces opérations. Cet outil est particulièrement utile pour calculer des grandeurs qui dépendent de plusieurs variables, stockées sous forme de raster.

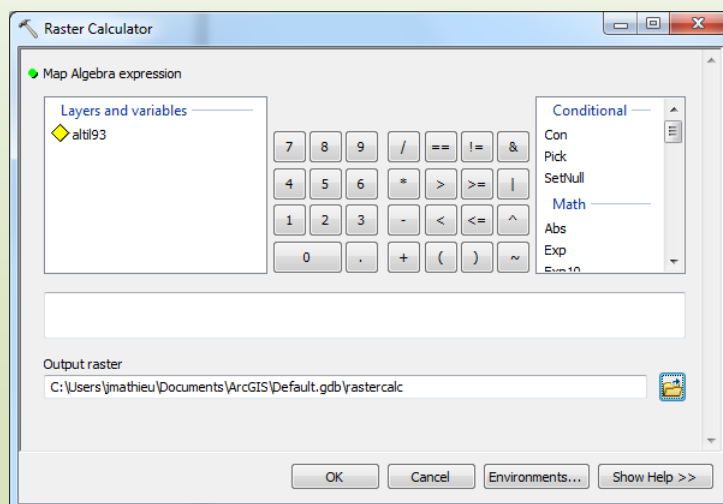
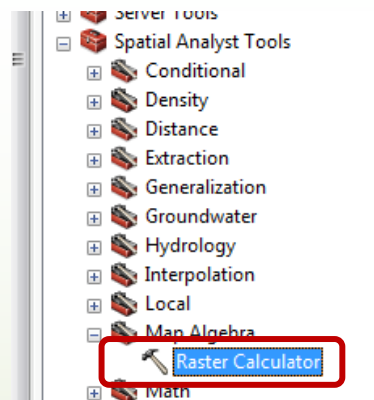
Le produit d'un calcul avec raster calculator est un nouveau raster.

L'outil Raster Calculator

L'utilisation est assez identique à **Field Calculator**.

Il est possible d'enregistrer les formules dans un document texte pour les réutiliser par la suite

Si la formule est un test la couche créée contiendra 0 ou 1 selon le résultat du test.



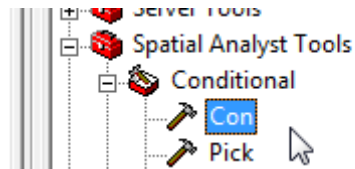
- Il est également possible de faire les opérations sur raster dans R avec le package "raster".

1.2.3 Calcul conditionnel sur un raster

L'outil condition "con" de *Spatial Analyst Tools* permet de créer un raster résultant d'un test sur un autre raster. On peut indiquer la valeur prise si le test est vrai ou faux. Le résultat est un nouveau raster avec ces valeurs.

Ouvrir la boîte à outil *Spatial Analyst Tools/Conditional*

Sélection *Con*



Une boîte de dialogue s'ouvre

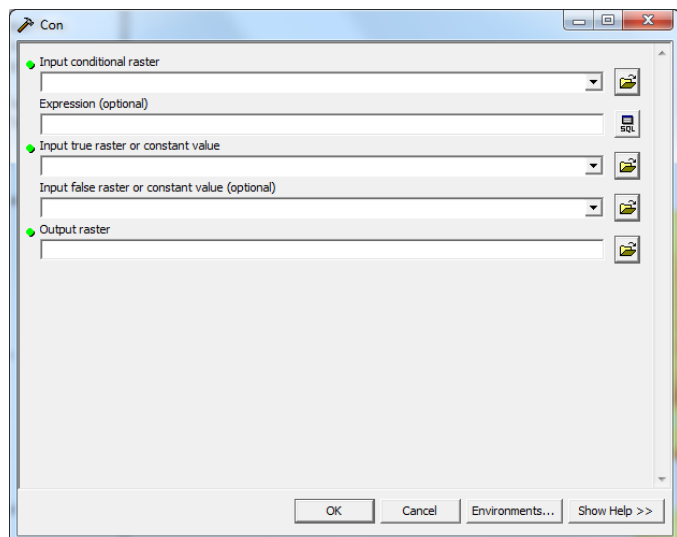
Input conditional raster : raster sur lequel on fait le test

Expression : test à effectuer

Input true raster or constant value : valeur à mettre si le test est vrai

Input false raster or constant value : valeur à mettre si le test est faux. Si on ne met rien il met la valeur du raster sur le quel on fait le test

Output raster : raster résultant de l'opération



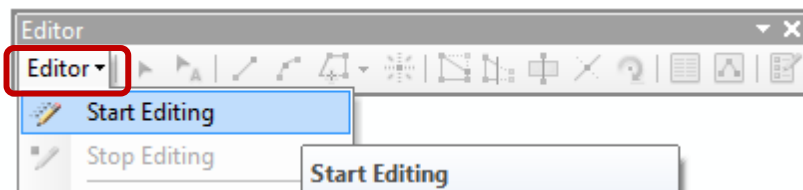
2 Modification de la géométrie d'une couche

2.1 Modification géométrique d'une couche vectorielle

Pour modifier une couche manuellement il faut obligatoirement être en mode édition.

2.1.1 Passer en mode édition

Dans le menu editor appuyer sur l'onglet Editor puis **Start Editing**



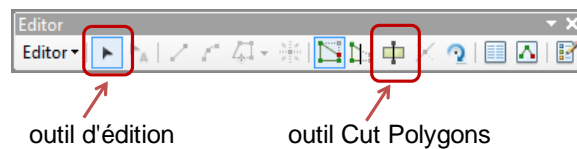
Si le menu Editor n'est pas visible allez dans [Customize](#) → [Tollbars](#)

Une fenêtre s'ouvre dans la quelle il faut sélectionner la couche à modifier.

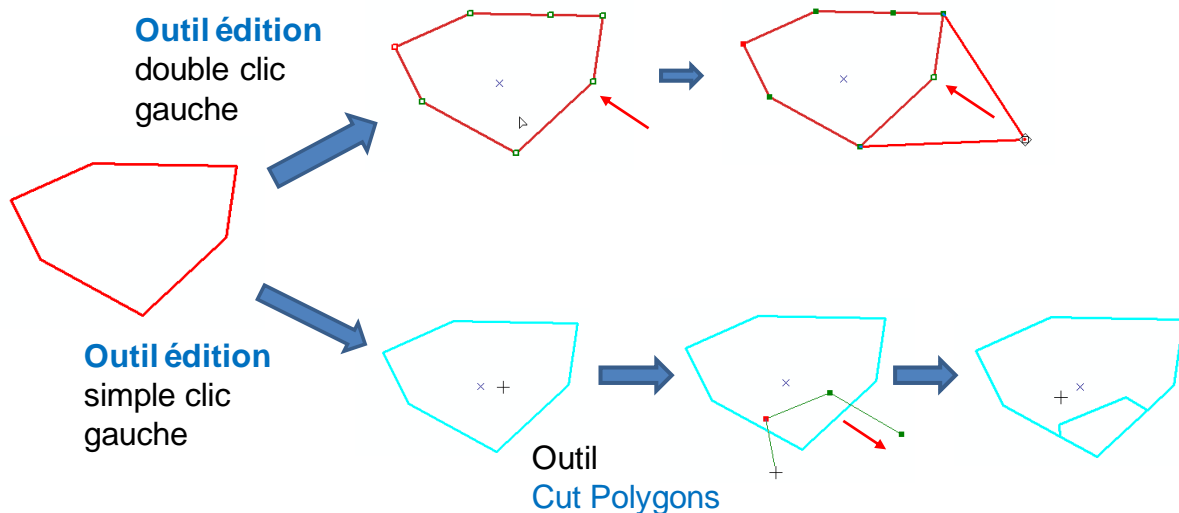
2.1.2 Modification manuelle d'un objet isolé

En mode édition il y a 2 principaux outils pour modifier des objets :

- l'outil [édition](#) permet de bouger, ajouter, supprimer des angles (on dit des "vertex")
- l'outil [cut polygons](#) qui permet de découper des objets



Utilisation des outils [édition](#) et [cut polygons](#) :



- Pour enlever un nœud faire un clic droit dessus et faire **supprimer le vertex**.
- Pour ajouter un nœud faire un clic droit sur une des lignes du polygone et faire un clic droit puis ajouter un vertex.

- Pour Couper ou faire un trou dans un polygone utiliser l'outil Cut Polygon

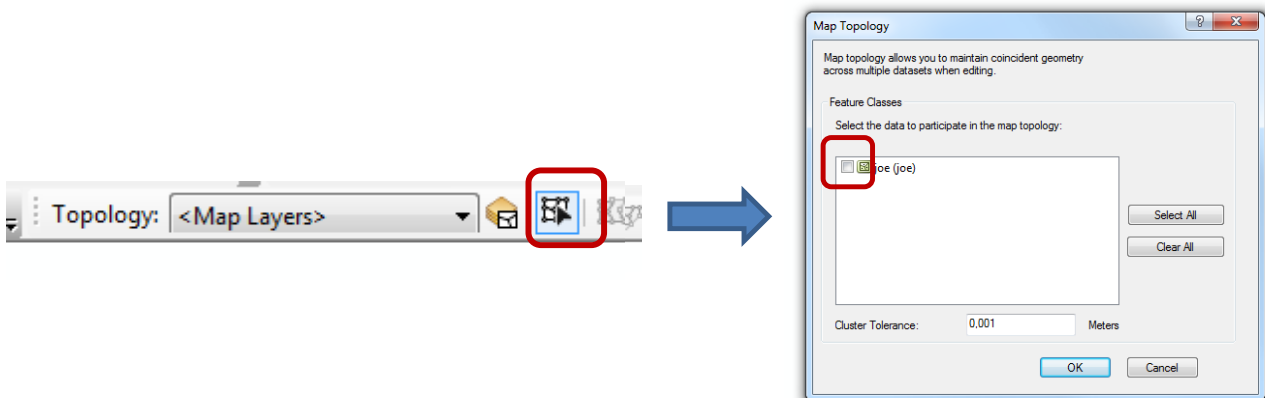


2.1.3 Modification manuelle d'un objet et des voisins simultanément

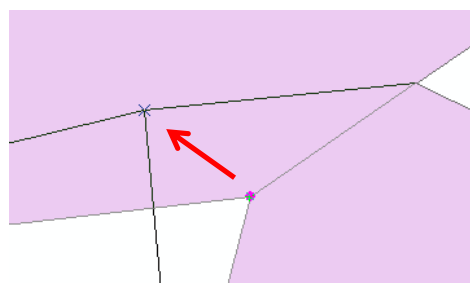
Ceci est très utile lorsque l'on veut modifier un objet ainsi que les objets contigus à la fois. Pour cela il faut d'abord **Activer la topologie** :

Afficher la barre d'outils Topology (clic droit sur le bandeau de menu et choisir **Topology**)

Appuyer sur le bouton topology, et dans la fenêtre qui s'ouvre, cocher la couche à éditer et les éventuelles autres couches avec les quelles les objets doivent être jointifs. Faire OK



Puis cliquer sur le vertex ou le côté des polygones à modifier simultanément. Les formes de tous les objets contigus se mettent à jour automatiquement. Il faut bien sélectionner le vertex cible, ce qui n'est pas forcément facile. Appuyer sur **la touche v** pour afficher temporairement les vertex.



2.1.4 Modification d'objets à partir d'objets appartenant à une autre couche

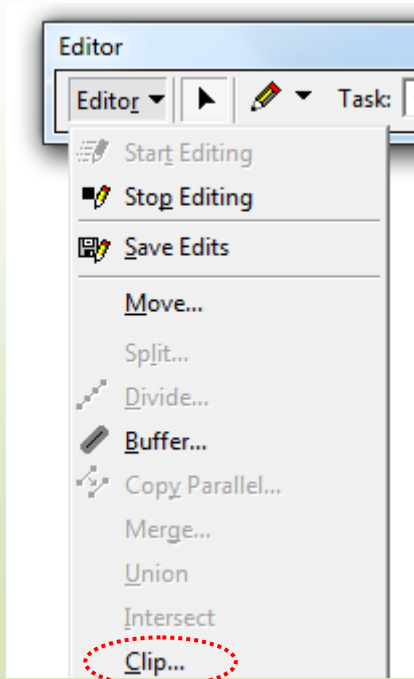
Dans certaines situations on a besoin de modifier ou de créer des objets en se basant sur d'autres objets pré existants. Ca permet par exemple de fusionner des objets, d'enlever une partie d'un objet, etc. Les possibilités sont très nombreuses.

Il faut remarquer qu'aux modifications géométriques sont également associées des modifications de champs. Il faut bien faire attention à cet aspect lorsque l'on manipule des données complexes. Ces aspects sont exposés dans les schémas pages suivante.

Il y a 2 grands types d'outils disponibles. Pour les utiliser il faut passer en **mode édition** dans la barre d'outil **Editor**, puis sélectionner soit 1 objet, soit 2 objets. Les outils correspondants s'activeront automatiquement dans le **menu Editor**

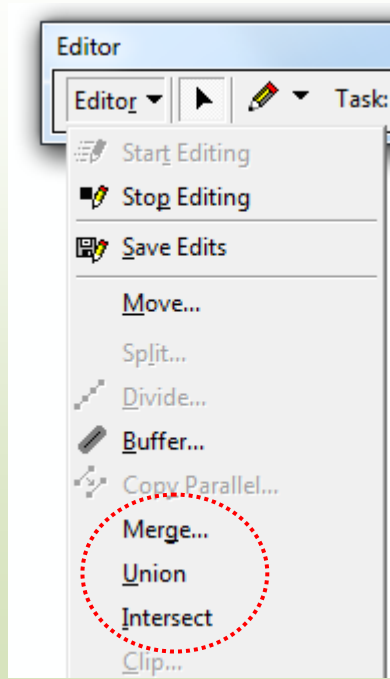
1 objet sélectionné

-> outil **Clip...**



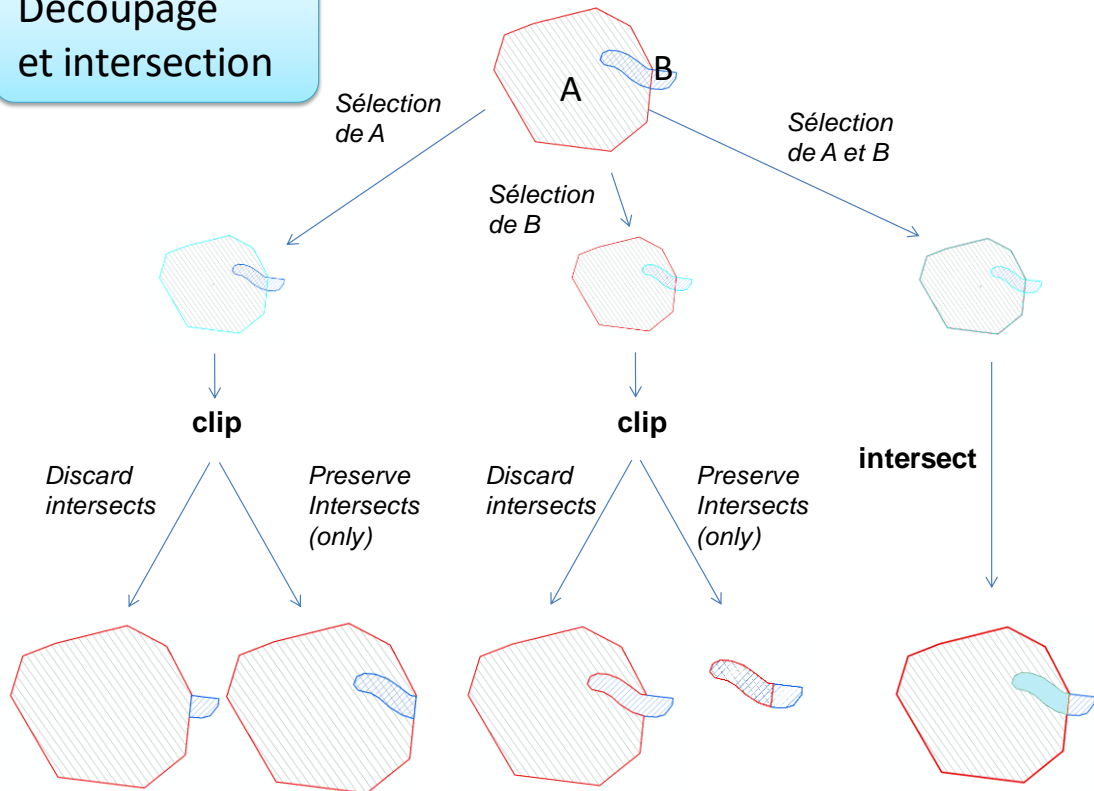
2 objets sélectionnés

-> Outils **Merge...**, **Union** et **Intersect**

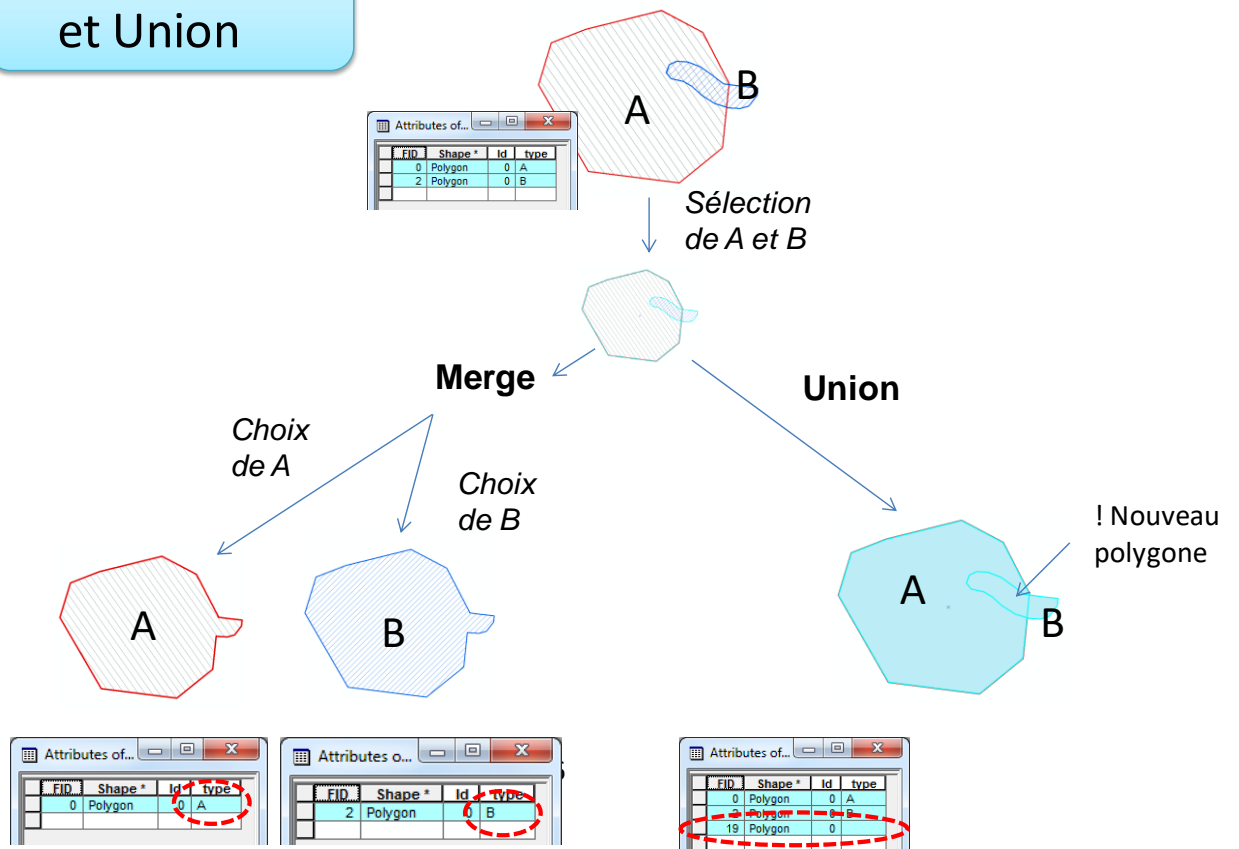


Dans les exemples de ces schémas on part de deux polygones en partie superposés et on analyse le résultat de leur combinaison selon l'outil que l'on utilise. Les polygones sont transparents de manière à ce qu'on lui puisse voir si il sont superposés. Faites bien attention à retrouver les limites des nouveaux objets, regardez si il y a modification ou création d'éléments, et comment les champs sont mis à jour

Découpage et intersection



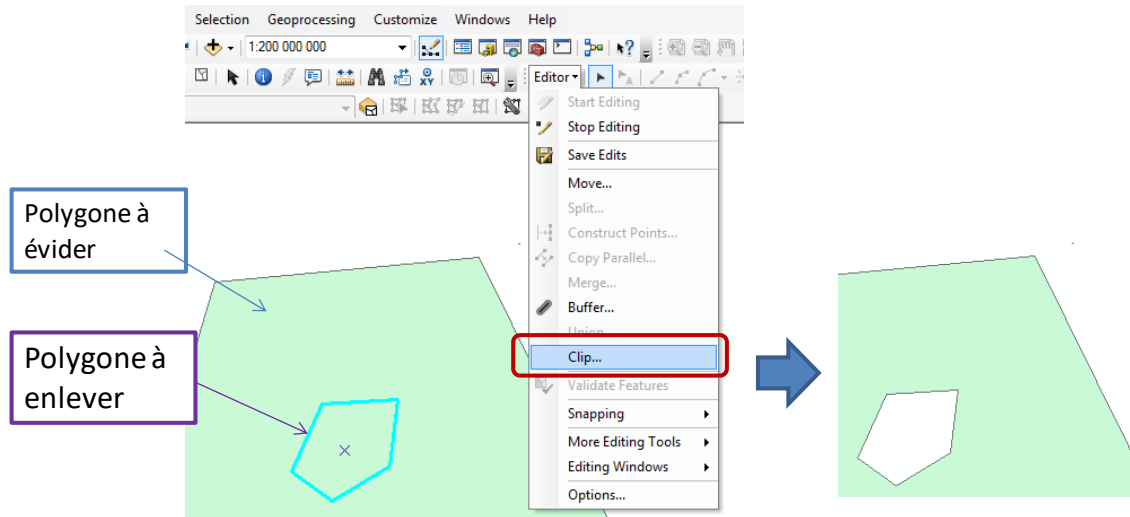
Fusion et Union



- Exemple d'application : **faire un trou dans un polygone**

Créer le polygone à découper puis créer un nouveau polygone "emporte pièce" par-dessus, correspondant à la zone à découper.

Sélectionner le petit polygone puis utiliser l'outil **clip...** dans le menu Editor. Pour finir supprimer le polygone emporte pièce avec la touche **Suppr**



Remarque : on peut aussi utiliser l'outil cut polygone pour faire un trou dans un polygone.

2.1 Modification géométrique d'un raster : découpage d'un raster

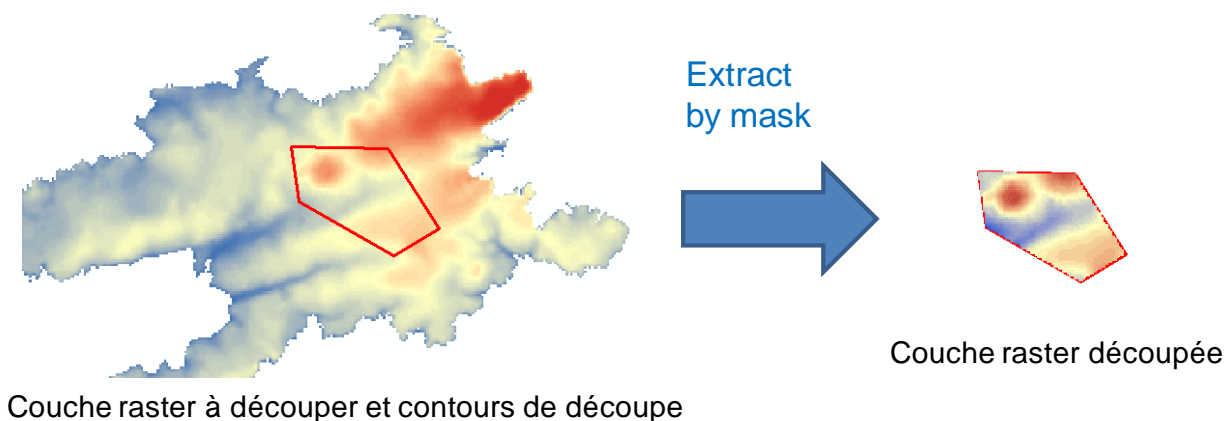
Si on veut redécouper une couche raster en fonction des limites de polygones, on peut utiliser

Spatial Analyst Tools → Extraction → **Extract by Mask**

Input raster : raster à découper

Input raster or feature mask data : raster ou couche polygone servant à découper le raster

output raster : nom et emplacement de la couche résultante

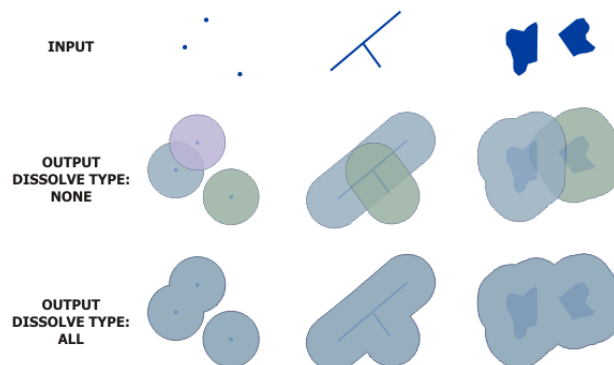


5 – Création de couches

1 Création de données vecteurs

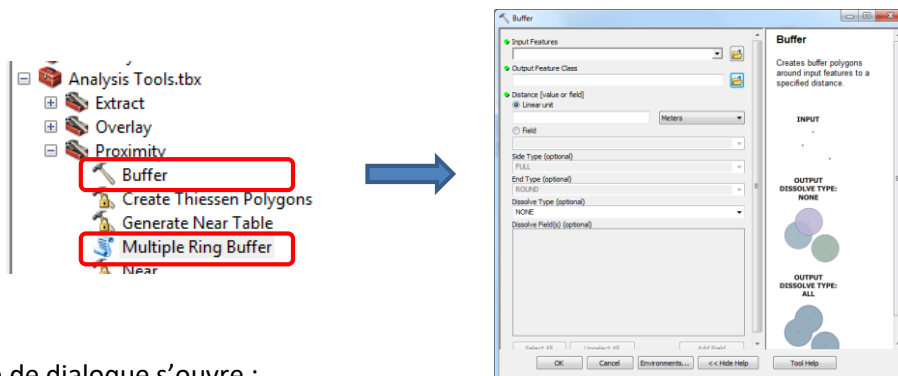
1.1 Créer un buffer autour d'un objet

On peut créer des zones tampons autour des objets (des « buffers »). Ce sont des surfaces dont les bords sont à une certaine distance des objets. Cette distance peut être fixe ou proportionnelle à un attribut des objets. On peut éventuellement fusionner les buffers se chevauchant :



Il faut impérativement que les système de coordonnées des couches et les unités aient été correctement renseignés pour utiliser ce genre d'outils sans faire d'erreur

Ouvrir l'outil **Buffer** ou **Multiple Ring Buffer** dans la **boite à outil Analysis Tool/Proximity**



Une boite de dialogue s'ouvre :

Input Feature : choisir la couche à traiter

Output Feature :mettre le nom et le répertoire de la couche Buffer à créer

Ensuite il faut choisir

- soit **Linear Unit** pour faire un buffer à une distance fixe de chaque objet

- Soit **Field** pour indiquer un champ qui donne la taille des buffer autour de chaque objet

Side Type définit si on veut une bordure à l'intérieur et extérieur des objets, ou uniquement à l'extérieur

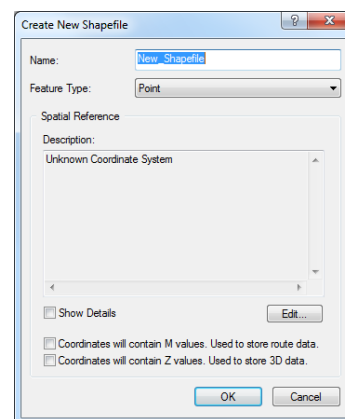
Dissolve Type indique si il faut fusionner tous les buffer en un seul objet, en fusionnant les zones chevauchantes, ou si il faut fusionner les buffer selon un attribut (option **LIST**)

1.2 Digitalisation : création de nouveaux objets

Il est souvent nécessaire de créer soi même des données vectorielles. Ceci peut être réalisé de manière automatique à partir d'un raster (vectorisation) ou manuellement (digitalisation). Quelle que soit la méthode c'est une étape longue et délicate.

1.2.1 Création d'une nouvelle couche de données vecteur

- 1) Dans ArcCatalog, naviguer jusqu'au répertoire désiré
- 2) Faire un clic droit dans le répertoire et sélectionner [New/Shapefile](#)
- 3) Une boite de dialogue s'ouvre. Taper le nom du nouveau shapefile
- 4) Choisir le type de couche (ligne, points, etc, cf chap 2.3.1),
- 5) Choisir le SCR : bouton [Edit...](#)
- 6) Faire OK



Pour finir ajouter cette couche (par glisser déplacer) dans le projet ArcMap.

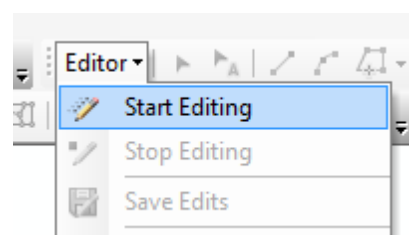
1.2.2 Préparer l'environnement de digitalisation

Dans la plupart des cas il faut veiller à ce que les objets créés soient bien contigus les uns des autres (règle de topologie). Sinon il aura obligatoirement des espaces entre objets ou au contraire des recouvrements non désirés entre objet. Ceci se répercutera par exemple lors des calculs de surface : la surface totale en polygones sera différente de la surface réelle. De la même façon, lors du calcul de trajectoire ou de coûts de déplacement, ces zones vont fausser les calculs en créant artificiellement des zones de barrière.

Pour éviter cela il faut faire trois choses

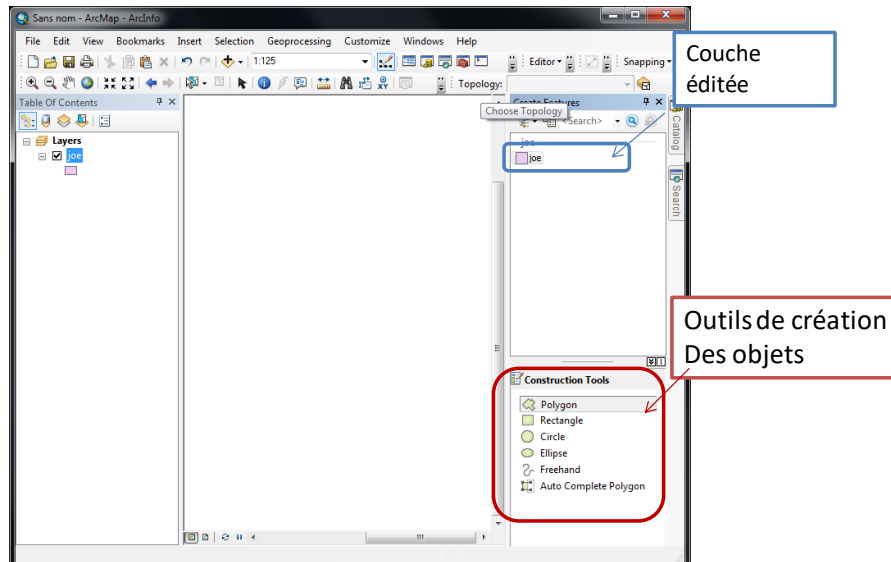
1. Activer le mode édition

Dans le menu Editor, cliquer sur Start Editing



Un bandeau à droite s'ouvre. Dans la partie du haut. Vérifier que la couche à modifier est bien sélectionnée. Il arrive souvent que l'on travaille sur la mauvaise couche car on n'a pas vérifié la couche éditée

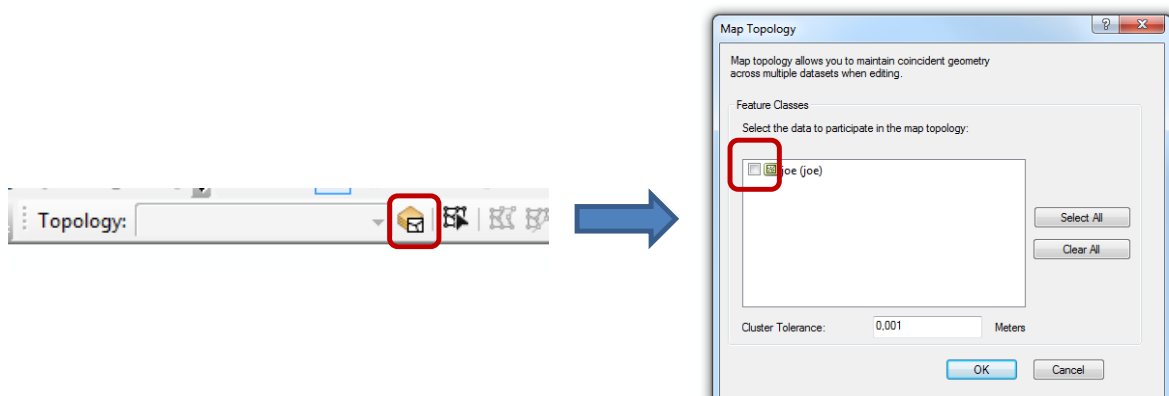
Dans la partie en bas à droite figurent les différents outils de création d'objets. Les noms sont explicites, mais nous reviendront sur certains d'entre eux au chapitre suivant



2. Activer la topologie

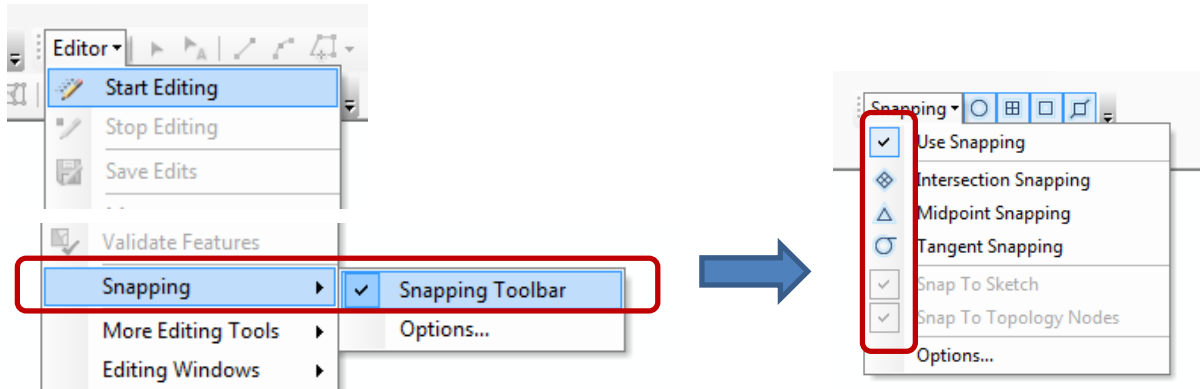
Afficher la barre d'outils Topology (clic droit sur le bandeau de menu et choisir [Topology](#))

Appuyer sur le bouton topology, et dans la fenêtre qui s'ouvre, cocher la couche à éditer et les éventuelles autres couches avec les quelles les objets doivent être jointifs. Faire OK

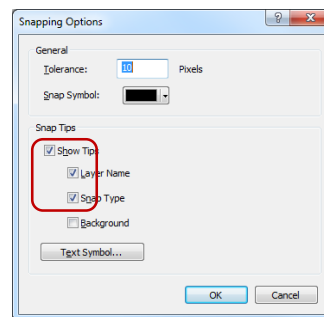


3. Activer l'option snapping

Dans le menu **Editor**. Cliquer sur **Snapping Toolbar** pour faire apparaître la boîte à outil. Vérifier que **Use Snapping** est coché, ainsi que les 5 cases suivantes



Toujours dans la boîte à outil Snapping aller dans options et vérifier que les cases Show Tips, Layer Name et Snap Type soient bien cochées.



1.2.3 Créer des objets dans une couche

Une fois l'environnement de digitalisation configuré, on peut créer des objets dans la couche avec les outils à disposition dans la boîte à outils Construction Tools (en bas à droite).

- **Polygon** permet de faire des polygones de forme et taille arbitraire
- **Freehand** permet de dessiner min levée les contour du polygone
- **Auto Complete Polygon** est très utile pour créer un polygone de forme arbitraire en périphérie d'un polygone existant, sans avoir besoin de redessiner la partie commune aux deux polygones

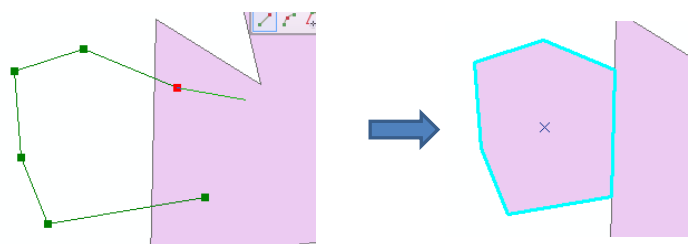
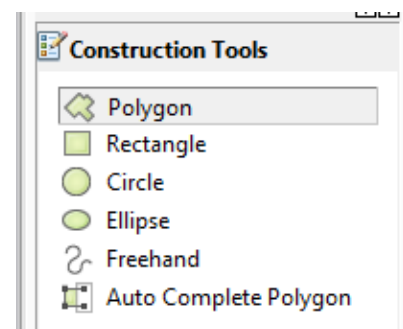
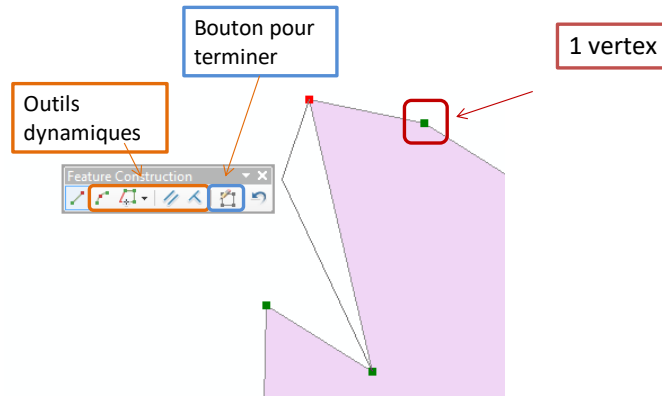


Illustration de l'outil Auto Complete

Lors de la saisie, une boîte à outil flottante s'ouvre et permet de contraindre l'emplacement du prochain point, en étant parallèle ou perpendiculaire à un segment par exemple. Elle permet aussi de faire des portions de cercle.

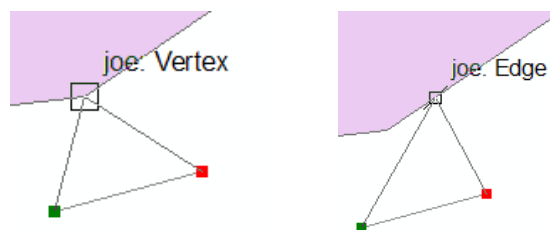


Pour finir la saisie faire un double clic ou appuyer sur le bouton dédié dans la barre d'outils flottante

Une fois le travail d'édition, cliquer sur **stop editing** dans le menu **editor**

Contigüité avec des objets existants

Si les options topologie et snapping sont activées, lorsque l'on veut créer un noeud (un "vertex") près d'un objet existant, le curseur va automatiquement détecter le bord ou un vertex de l'objet voisin, et va se mettre dessus. Ceci garantie que les vertex des deux objets soient au même endroit, ou que les cotés soient bien contigus.



2 Création d'un raster

2.1 Création d'un raster à partir d'une couche vecteur

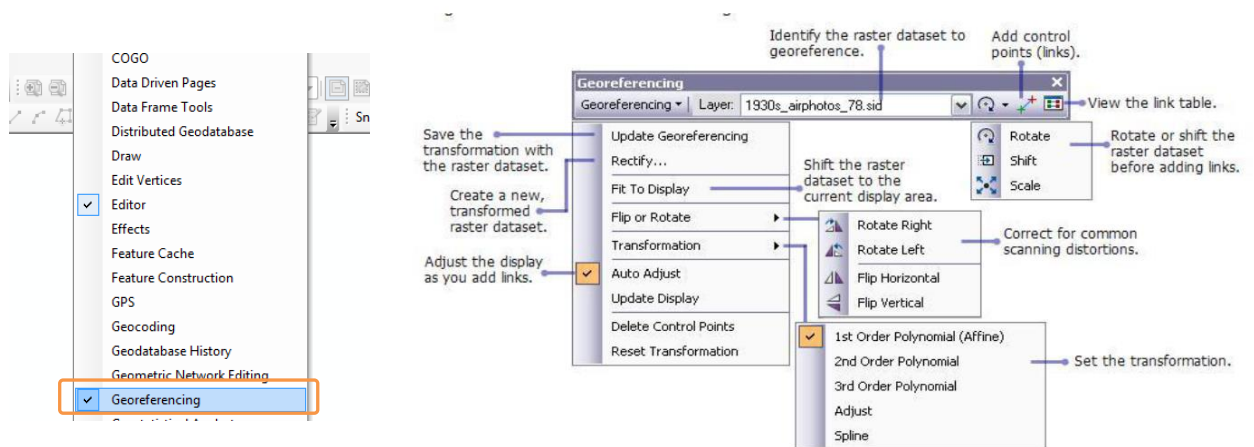
Il est possible de créer une couche raster à partir d'une couche vecteur (rasterisation). Pour cela se référer au TD1 chap. 2.3.3

2.2 Importation et géoréférencement d'images raster

Il est fréquent de récupérer des images (images satellites, photos aériennes, cartes papier scannées etc...) que l'on veut utiliser dans un projet cartographique, mais qui ne sont pas géoréférencées (qui n'ont pas d'information indiquant leur coordonnées dans l'espace). Le SIG pourra ouvrir ces images mais ne saura pas où les placer dans la carte. Par défaut il place les images à l'origine du repère (0° latitude et longitude).

Il convient donc de lui indiquer comment placer correctement l'image, opération appelée « calage ». Cette opération n'a de sens que pour les rasters étant donné que les shapefiles contiennent par définition les coordonnées des objets. Cette opération n'intéressera donc que des rasters.

Dans ArcMap l'outil dédié s'appelle **Géoréférencement**. Si la barre d'outils n'est pas visible, faite un clic droit sur le bandeau en haut et choisir **Georeferencing**.



L'opération de recalage consiste à créer une liste de paires de points : pour chaque paire on définit un point sur l'image à caler et le même point sur la couche de référence.

- 1) Dans ArcCatalog définissez le système de coordonnées du raster (clic droit puis propriétés et Edit..., en face de "Spatial Reference").
- 2) Mettez la couche dans ArcMap, en haut de la pile des couches, et mettez là en transparence.
- 3) Afficher en fond la couche référencée, qui servira de repère pour caler la nouvelle image.
- 4) Zoomer sur la couche de référence (clic droit sur le nom de la couche dans l'explorateur puis zoom to layer).



Zoom To Layer

- 5) Vérifier que la couche à calée est bien sélectionnée dans l'outil Georeferencing.
- 6) Dans l'outil Géoreferencing, cliquer sur [Fit To Display](#). La couche à caler se met à l'échelle de la couche de référence.
- 7) Pivoter, redimensionner et déplacer la couche à caler pour faire un ajustement grossier.
- 8) Repérer sur la couche de référence un endroit caractéristique A.
- 9) Trouver l'endroit équivalent B sur cette couche.
- 10) Cliquer sur le bouton "[Add Control Points](#)".
- 11) Cliquer sur B, relâcher le bouton. Une croix verte apparaît à l'endroit cliqué.
- 12) Zoomer sur la couche de référence et cliquer sur A. le point associé A est marqué d'une croix rouge. Les points de calage sont enregistrés dans une table que l'on peut afficher, sauvegarder, ou importer.
- 13) Continuer de manière itérative jusqu'à ce que l'image soit bien calée.
- 14) On peut effacer certains points ou liens spécifiquement depuis la table.
- 15) Une fois l'image bien calée, on peut l'exporter de manière définitive. Pour cela faire [~~update georeferencing~~, puis] [rectify](#). Enregistrer dans le format désiré. Cela crée une nouvelle couche dans l'ordinateur, qui est géoréférencée.

