

Systèmes d'Information Géographique

-

TD M1

Introduction

! – du fait de la nouveauté de ce cours, il n'y a pas de progression entre la licence 3 et le M1, raison pour laquelle certains exercices de ce cours sont repris du cours de L3 (mais pour le logiciel ArcGis, et non pas MAPINFO). A partir de l'année universitaire prochaine, ce cours sera entièrement modifié pour être en continuité et en progression avec les enseignements de L3.

8 séances de 2 heures + examen (3 heures).

Séance 1 et 2 > TD1 - Découverte du logiciel ArcGis + vocabulaire ESRI + TD2 Interroger une base de données géographique.

Séance 3 > TD3 – Jointures, Cartographie, Mise en page.

Séances 4 > TD4 – Localisation optimale d'un centre de formation.

Séance 5 et 6 > TD5 – Créer une carte du potentiel touristique du département 69.

Séance 7 et 8 > TD6 - Exercice d'analyse spatiale : aider le renouvellement urbain à Marseille.

! – si vous maîtrisez déjà ArcGis, un dossier supplémentaire est à votre disposition pour réaliser d'autres exercices.

Sitographie : il existe de nombreux compléments en ligne pour vous initier et approfondir vos connaissances en SIG. N'hésitez pas à les consulter et à éventuellement me poser des questions dessus.

- ENSG (école de l'IGN) : http://www.ensg.ign.fr/FAD/Supports_de_Cours.html

(supports développés pour Arc Gis 8.3, mais pour la plupart encore adaptés à Arc Gis 9).

- supports ESRI en ligne : aller sur le site ESRI France.

TD 1 – DECOUVERTE DU LOGICIEL – VOCABULAIRE ESRI

! – ce cours est complété par un mémo rédigé par Emmanuel Bonnet et Magalie Franchomme (dispo sur le site elgateado.free.fr tout comme ce support).

!! – n’oubliez pas de vous créer un dossier de session en copiant le dossier de sauvegarde.

- Logiciel Arc Gis = combinaison de plusieurs logiciels spécialisés dans un type de gestion des bases de données géographiques / et reliés entre eux.

- deux principaux logiciels utilisés dans ce TD :

- *Arc Catalog* : gérer des données (création et structuration), consulter les données (aperçus des couches et des tables attributaires), documenter les données (création de métadonnées).

- *Arc Map* : visualiser les données (couches, images et tables attributaires), mettre à jour les données, analyser les données, les mettre en page, les cartographier.

1.1 – Manipuler l’interface Arc Catalog

> créez un lien vers le sous-dossier « Découverte » du dossier « TD1 ».

[menu FICHIER > CONNEXION A UN DOSSIER]

Dans ce dossier, ouvrez le dossier « Rio Grande do sul », qui a été constitué pour analyser les feux de prairie dans le Rio Grande do Sul, un Etat brésilien situé à l’extrême-sud de ce pays.

La fenêtre Arc Catalog

- à gauche, l’arborescence des données (menu FENETRE pour la faire apparaître ou disparaître), à droite une triple description des données.

- diverses barres d’outils peuvent être activées pour travailler sur ces données : menu AFFICHAGE > BARRES D’OUTILS (ouvrent des onglets dans la fenêtre de droite : « localisation » ou « métadonnées »).

- *Modes de visualisation des données* : on visualise les données individuellement, de façon non superposées (couches).

>> sélectionnez un fichier dans la colonne de gauche, et visualisez les onglets « contenu / aperçu (géographie ou table) / métadonnées » dans la fenêtre de droite.

1.2 – Manipuler l'interface Arc Map

Ouvrez dans ArcMap le fichier « feuxbrazil_2006 ».

Les éléments de l'espace de travail

- 1 - La colonne contenant les données (avec 3 onglets).
- 2 - La fenêtre de visualisation (avec l'indication des unités dans lesquelles sont exprimées les positions géographiques)
>> Déplacez-vous dans la fenêtre à l'aide des différents outils de zoom.
- 3 - Les barres d'outils et d'EXTENSIONS (dfn d'extension : module qui étend les capacités d'analyse du logiciel. L'activation d'une extension se traduit concrètement par l'apparition de nouveaux outils).
- 4 - La boîte à outils (amovible).

L'affichage des données

Arc Map affiche soit des documents indépendants entre eux, soit un ensemble de documents liés entre eux.

>> afficher d'abord quelques couches vectorielles (format .shp) présentes dans le dossier.

Par clic droit sur , on peut explorer ces données :

- table attributaire.
- PROPRIETES : permet de connaître la projection, les caractéristiques des champs, etc.

>> fermer toutes les couches (clic droit > éliminer), et afficher ensuite le document « Feux Brésil » au format .mxd.

Ce document mémorise à la fois l'ensemble des couches qui sont liées entre elles, ainsi que l'aspect qu'on leur a donné pour visualisation ; il constitue donc soit un document de travail lors d'une recherche, soit la base d'une production cartographique.

Il y a deux cas de figure dans lesquels les documents sont liés entre eux :

- (1) lorsqu'ils sont articulés grâce à Arc Catalog dans une géodatabase (voir plus bas)...
- (2) ou lorsqu'ils ont été articulés dans Arc Map en un document Arc Map de *format .mxd*.

Dans les deux cas, les documents liés peuvent être situés dans des dossiers différents de votre disque dur, c'est Arc Map qui les relie et les fait apparaître simultanément. Si vous bougez de place vos documents sur le disque dur (copié-collé, suppression d'un dossier), Arc Map ne peut plus afficher l'ensemble des documents liés.

Les barres d'outils

De nombreuses barres d'outils sont disponibles dans le menu AFFICHAGE (VIEW). Prenez l'habitude de les ôter toutes du bureau, et de n'afficher que celle qui vous sert durant votre travail. Par clic droit sur la partie grise de la fenêtre, vous ouvrez l'ensemble des barres d'outils disponibles.

>> ouvrez les barres d'outils suivantes, et déterminez leur utilité :

- DRAW : dessin d'objets temporaires sur l'espace de travail.
- EFFECTS : possibilité de mettre en transparence certaines couches.

Paramétrer l'affichage

- vous avez trois choix pour paramétrer votre affichage :

- 1) en modifiant l'échelle sur la barre d'outils de la fenêtre
- 2) en paramétrant la vue toute entière (menu AFFICHAGE > PROPRIETES DU CADRE / VIEW > DATA FRAME PROPERTIES)
- 3) en paramétrant l'affichage du bloc de données : clic droit sur le bloc > PROPRIETES (LAYERS > PROPERTIES).

Ex de paramétrage : définir les labels (taille et attribut à labelliser).

>> labellisez les villes (« manchas_urbanas ») en définissant leur taille (10) dans les propriétés de la couche, puis en cochant « labels » sur le menu déroulant (clic droit sur la couche « manchas_urbanas »).

La cartographie thématique

ArcGis offre un module très développé de traitement thématique des données pour les analyser et les cartographier.

>> Modifiez l'apparence des points de feux (« feuxbrazil_2006 »): double clic sur la couche > choisir l'onglet SYMBOLOGY dans la boîte de dialogue > choisir le mode de représentation le mieux adapté.

1.3 – Le vocabulaire ESRI

Ouvrir Arc Catalog et Arc Map

Ouvrir le dossier TD1

Dans l'environnement ESRI, un grand nombre de documents existent. Nous présentons leurs caractéristiques, des plus simples aux plus complexes. La fonction de ces documents, comme dans tout SIG, est de modéliser la « réalité » ; ils remplissent une des fonctions essentielle des SIG, celle de l'abstraction. La grande diversité de documents permet une modélisation poussée de divers aspects cette réalité : certains documents modélisent des formes, d'autres des relations entre ces formes.

1.3.1 - Shapes ou « fichiers de formes »

- C'est le format utilisé par les premières versions des logiciels ESRI, servant au stockage des informations de position géométrique et d'attribut des entités géographiques.

- Ce sont des données vectorielles, qui représentent les *entités géographiques* (entité ou objets) à l'aide de lignes, de points et de polygones.

- Les informations relatives à un ensemble d'entités (d'objets) sont stockées dans une table. Dans cette table, chaque enregistrement (ligne) correspond à une entité distincte. Les entités sont décrites par un ensemble de variables (« champs » ou « attributs »). Ce type de table comporte toujours un champ nommé "Shape" dont la valeur indique la forme de l'entité correspondante (point, ligne ou polygone).

Mémo : comment les informations sont-elles stockées dans un « shape » ?

La géométrie et les attributs des entités sont référencés dans plusieurs fichiers (jusqu'à cinq) avec des extensions spécifiques et devant être conservés dans le même répertoire :

*.shp : fichier contenant la géométrie de l'entité géographique

*.shx : fichier contenant l'index de la géométrie de l'entité géographique

*.dbf : fichier de base de données (dBase) contenant les informations d'attribut des entités géographiques.

*.sbn et *.sbx : fichiers contenant l'index spatial des entités géographiques
(n'existent qu'après avoir effectué une requête ou jointure spatiale)

>> ex de shapes dans le dossier : « feux, limite_rs, hidrografia ».

1.3.2 – Les images raster

Les rasters peuvent représenter les éléments suivants :

- Des données thématiques (qualitatives) telles que l'occupation du sol,
- Des données continues : la température, l'altitude (fournies par des images satellitaires ou des photographies aériennes).
- Des images telles que des cartes numérisées.

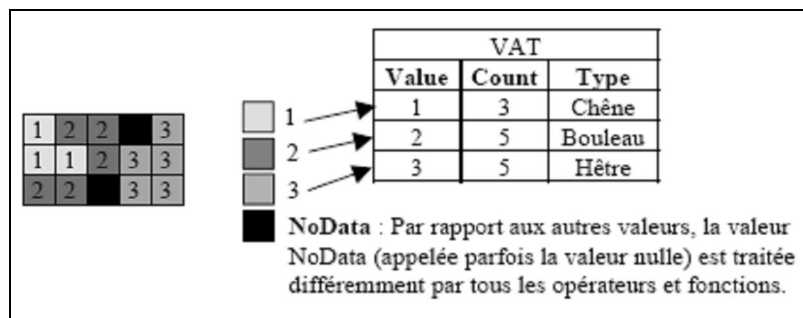
Certains rasters ont un seul canal de données (Modèle numériques de terrain / photographie aérienne / ...) d'autres sont multicanaux (images satellitaires).

Arc Gis permet un certain nb d'opérations sur les rasters :

- modification de l'apparence (onglet SYMBOLOGY de la boîte de dialogue PROPERTIES)
- une série d'analyses des caractéristiques de l'espace (module SPATIAL ANALYST)
- une série de traitements de type télédétection : composition colorée (module proposé dans l'outil DATA MANAGEMENT > RASTER > COMPOSITE BANDS).

>> cochez les fichiers « qc_canal3 », puis 4 et 5 (trois bandes d'une image satellite Landsat), qui recouvrent une portion du territoire uruguayen, situé au sud du Brésil / puis la composition colorée créée à partir de ces bandes (« cc345 »).

Tables attributaires : Les jeux de données raster d'entiers (représentation de catégories) sont généralement associés à une table attributaire ".VAT". La première colonne de la table (Value) stocke la valeur affectée à chaque "zone" d'un raster. La deuxième colonne (Count) stocke le nombre total de cellules du jeu de données, appartenant à la zone considérée. Ces deux colonnes sont obligatoires. Un nombre illimité d'éléments facultatifs peut être incorporé dans la table pour représenter d'autres attributs de la zone.



Source : N.Sillard.

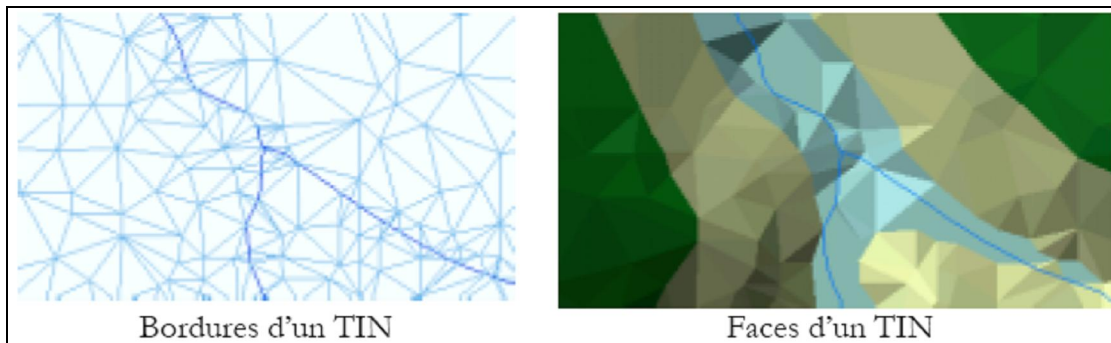
>> cocher la couche raster « mnt_rs », puis ouvrir sa table attributaire (clic droit sur le nom)

1.3.3 – Les modèles de surfaces

Il existe deux types de modèles surfaciques : les **rasters** (ou **GRID**) et les **TIN**.

- le Raster consiste en un arrangement rectangulaire de cellules espacées de façon uniforme avec des valeurs z (ie hauteur ou altitude) : on le nomme MNT (modèle numérique de terrain).

- les TIN représentent une surface sous forme d'ensemble de points irréguliers reliés afin de former un réseau de facettes triangulaires contiguës sans chevauchement, avec les valeurs z mémorisées dans le noeud. Les bordures des TIN peuvent être utilisées pour capturer la position d'entités linéaires qui jouent un rôle important dans une surface, telles que les crêtes ou les cours de ruisseaux.



Source : N.Sillard.

Les noeuds et les triangles TIN peuvent porter des valeurs entières pour stocker des informations supplémentaires les concernant.

TD 2 – Interroger une base de données géographiques

! – n'oubliez pas de travailler sur un dossier de sauvegarde.

!! – on s'intéresse dans ce TD à l'interrogation des données, ce qui ne suppose pas de modification de la base, mais une simple consultation.

Ouvrir ArcMap.

> Créez un dossier de sauvegarde (TD2).

> Créez un lien vers le dossier TD2.

> Ouvrez les 5 couches du dossier NPDC.

> quelle est leur projection ?

2.1 – Identification, recherche et sélection spatiale simple

2.1.0 – Labelliser une couche

Double-clic sur la couche « COMMUNE_region » > onglet « labels » > cochez l'option « label features in this layer » puis sélectionnez le champ à labelliser (COMMUNE par ex) > fermez la boîte de dialogue > clic-droit sur la couche : cochez l'option « label ».

2.1.1 - Afficher des infos-bulles (Maps tips) renseignant sur les entités

Rappel de l'outil d'identification (symbole « ! »).

Une info-bulle fait apparaître l'information concernant une entité, simplement en positionnant le curseur de la souris sur cette entité. Cette méthode est plus rapide que l'outil d'identification (symbole « ! »), mais ne permet de donner des informations que sur un attribut.

Pour pouvoir faire apparaître cette info-bulle, il est nécessaire d'avoir créé un index des différents champs pour lesquels on veut pouvoir faire apparaître des infos-bulles (cas de la couche « communes_region » : champ « NOM »).

Cet index se crée sous ArcCatalog : clic droit sur la couche > PROPRIETE > onglet « index » > COCHER les champs que l'on veut indexer.

>> créez des index pour la couche « Communes_region » et « Zones d'occupation du sol ».

N'oubliez pas de cliquer sur « Ajouter » (« Add ») dans la case « Spatial index », puis OK.

>> ouvrez les deux couches dans ArcMap.

>> Paramétrez vos infos-bulles dans ArcMap : clic-droit sur PROPRIETES de la couche > CHAMPS (« fields ») > définir le champ devant apparaître dans les infos-bulles (« primary field ») > dans

l'onglet AFFICHAGE , aller cocher l'option infos-bulles (« map tips ») > déplacez-vous sur la couche.

2.1.2 - Sélection spatiale simple

Ouvrir les 5 couches du dossier « TD2 ».

L'outil « select feature » (boîte « Outils » ou « Tools ») permet de sélectionner des objets individuellement ou en groupe.

>> Sélectionnez certains types d'occupation du sol / désélectionnez en cliquant sur une partie blanche de la fenêtre (hors d'un objet).

En maintenant appuyée la touche « SHIFT » du clavier, vous pouvez faire des sélections multiples.

Vous pouvez réaliser des calculs statistiques simples sur votre sélection : menu SELECTION > STATISTIQUES.

>> sélectionnez les communes littorales situées entre le cap Gris-Nez et la frontière belge, et calculez la population et la superficie totales de celles-ci.

2.1.3 – Rechercher et sélectionner rapidement des entités par requêtes

L'outil « jumelles » (dans le boîte TOOLS située sur le bureau) vous permet de rechercher des entités, mais également de procéder à des sélections rapides (mais très simplifiées).

Étapes : formuler la recherche (éventuellement en indiquant le champ de recherche) > sélectionnez avec la souris les lignes (chacune correspond à une entité dans la couche), qui apparaissent alors en bleu > clic-droit sur ces lignes, et choisissez l'option « sélection » : les entités correspondante dans la couche sont alors sélectionnées sur l'espace de travail.

>> Sélectionnez par cette méthode toutes les communes possédant le mot SAINT > réalisez un calcul statistique simple sur le champ « Population » de cette couche.

2.2 - Requêtes et analyses des données attributaires

> ouvrez la couche « Communes_region » (nous sommes toujours dans le dossier NPDC).

> SELECTION > SELECTIONNER PAR ATTRIBUT.

2.2.1 – Requêtes sur des données codées en texte

!! – toute requête suppose que vous connaissiez bien la façon dont l'information a été codée dans la table attributaire : avant de faire une requête, ouvrez toujours la table attributaire de la couche à interroger, et analysez-la bien.

Pour sélectionner des données codées en texte, utilisez toujours des points d'exclamation :

```
"STATE_NAME" = 'California'
```

```
>> sélectionnez la ville de Lille : "COMMUNE" = 'LILLE'
```

```
>> sélectionnez les communes dont la première lettre est comprise entre R et Z inclus :
```

```
"COMMUNE" >= 'R'
```

Exo : Comparez la répartition spatiale des noms de villages finissant en "hem" et en « court ».

```
>> choisir toutes les communes dont le nom finit par "COURT" (Nom_Commune Like '%COURT')
```

```
>> choisir toutes les communes dont le nom (Nom_Commune Like '%HEM')
```

```
>> comment expliquez-vous les différences de répartition des communes en fonction de ces deux suffixes ?
```

2.2.2 – Requêtes sur des données numériques

```
> sélectionnez les communes dont la population est supérieure à 3000 habitants.
```

```
> sélectionnez les communes dont la population est supérieure à 3000 habitants et dont la superficie est inférieure à 500 ha.
```

!! – La sélection que l'on réalise de cette façon (SELECTION > SELECTION PAR ATTRIBUT) peut être faite tant en visualisant la couche sur laquelle on travaille que sur sa table attributaire.

Pour faire la requête sur la table attributaire : clic droit sur la couche dans la table de contenus > afficher la table attributaire > OPTIONS > SELECTION PAR ATTRIBUT.

Réaliser la même sélection qu'auparavant ("POPULATION" > 3000 AND "SUPERFICIE" < 500), puis cliquer en bas du cadre sur « SELECTED » : seules les entités sélectionnées apparaissent alors.

2.2.3 – Premières analyses des données sélectionnées sur table attributaire : statistiques simples.

```
> continuez à travailler sur la couche « COMMUNE_region » : ouvrez sa table attributaire.
```

Par un clic droit sur l'un des champs de la base de données, vous pouvez obtenir une série d'informations sur les entités sélectionnées :

-Ordonnez les communes en fonction de leur population (Sélectionner le champ « Population » > clic droit sur le nom > SORT ASCENDING / DESCENDING).

-Calculs statistiques : calculez la population moyenne de ces communes.

-Créer une table récapitulative (option SUMMARIZE) : calculez le nombre de communes appartenant à chacun des 4 statuts existant dans le département : combien y-a-t-il de sous-préfectures, de chef-lieu de canton, etc

STATUT	Cnt_STATUT
Chef-lieu de canton	
Commune simple	
Préfecture	
Préfecture de région	
Sous-préfecture	

2.2.4 – Premières analyses des données sélectionnées sur table attributaire : création d'information par calcul.

- Réfléchissez à la façon dont vous pouvez calculer la densité de population à partir des données contenues dans la table attributaire.
- Créez un champ DENSITE dans la table attributaire : OPTION > CREER UN NOUVEAU CHAMP Puis entrez les caractéristiques du champ.
- Ouvrez la couche « COMMUNES_region » et vérifiez que le nouveau champ a bien été créé.
- Sur la table attributaire : clic droit sur le champ DENSITE > choisissez l'option CALCULER LES VALEURS (CALCULATE VALUES) > tapez l'opération qui va vous permettre de calculer la densité de population de la commune en nombre d'habitants par hectare.
- Cartographiez le résultat

2.3 - Requêtes spatiales

- >> Ouvrez le dossier RHONE, puis dedans le projet « RHONE.mxd »
- >> Décrivez les différentes couches qui le composent (thème représenté, variables de la table attributaire).

2.3.1 – Requêtes spatiales simples

Menu SELECTION > SELECT BY LOCATION (sélection par entité)

- >> Sélectionnez les communes traversées par un GR.
- >> Sélectionnez les communes situées à moins de 1km d'un point remarquable / à moins de 5km d'un point « massif forestier ».

!! – Pour SAUVER votre sélection sous forme de nouvelle couche (shapefile) : une fois les entités recherchées sélectionnées, clic-droit sur la couche > DATA > EXPORT DATA > choisir un répertoire où sauver la sélection sous forme de shapefile > OK (votre sélection est sauvegardée de façon définitive).

2.3.2 – Requêtes spatiales complexes ou combinées à des requêtes attributaires

Vous pouvez combiner les deux types de requêtes pour arriver à vos fins (dans les deux cas, sauvegardez vos sélections sous forme de shapefile) :

Ex 1 – Trouvez une façon de sélectionner les points remarquables du département 69 situés dans les communes de plus de 2000 habitants.

Ex 2 – Trouvez les communes où existent des vignes. Quels sont les crus du département ?

TD 3 – Points techniques : jointures, carto thématique et mise en page

!! – n’oubliez pas de vous créer un dossier de session en copiant le dossier de sauvegarde.

3.1 - Jointures

- Ce chapitre reprend de façon plus complète deux techniques d’analyse déjà utilisées au TD antérieur.
- Vous allez travailler dans le dossier TD5.

3.1.1 - Jointures attributaires

- Dans le sous-dossier « LeHavre », ouvrez la couche « IRIS_Havre ».
- Analysez sa table attributaire.
- On désire lui joindre des données statistiques collectées par îlot IRIS, contenues dans une base EXCEL (« IlotsIris_LeHavre »).

Pour réaliser une jointure : il est nécessaire que les deux tables que l’on veut relier possèdent un champ commun ET que les données de ce champ commun soient codées de la même façon.

- Etape 1 : clic-droit sur la couche « IRIS_Havre » dans la Table de contenus > Jointure. Vérifiez que la jointure a bien été opérée en ouvrant de nouveau la table de la couche « IRIS_Havre ».
- Etape 2 : calculez la densité de population par îlot IRIS (le champ SHAPE_AREA correspond à l’aire de l’îlot en ha / le champ IL99T correspond à la population totale en 1999).
- Etape 3 : cartographiez la densité et analysez le résultat.

3.1.2 – Jointures spatiales

Intérêt des jointures spatiales :

- les requêtes attributaires et spatiales permettent avant tout de réaliser des sélections et des extractions d’information sur une ou plusieurs couches, mais sans modifier celles-ci. Elles ne permettent que de sélectionner une portion d’une base attributaire préexistante.
- Les jointures spatiales, au contraire, permettent de créer directement de nouvelles couches issues du croisement de deux couches préexistantes : ces nouvelles couches possèdent une table attributaire qui enregistre les données issues de ce croisement.

- Pour procéder à une jointure spatiale, on choisit toujours une couche initiale (Cible ou « target »), qui est celle à laquelle on va joindre les données contenues dans une autre table.

Etapes : ouvrez les données contenues dans le sous-dossier « Dpt 69 ».

1/ Clic-droit sur la couche avec laquelle on veut effectuer une jointure spatiale : JOIN > menu déroulant > « join data from another layer based on spatial location ».

2/ Choisir le type de jointure.

Plusieurs options sont disponibles :

-jointure des champs numériques : la jointure va créer de nouveaux champs dans la table attributaire de la table initiale, mais uniquement des champs dont les données sont codées sous forme de nombres (champ « count », puis autant de champs que de calculs demandés).

-jointure de tous les champs : la jointure va créer autant de nouveaux champs dans la table attributaire de la couche initiale qu'il y a de champs dans celle de la couche secondaire.

Ex 1 (dossier Dpt 69) – On veut savoir quelles sont les communes traversées par des GR, et également savoir par combien de GR elles sont traversées.

>> ouvrez la couche « communes » et « GR » : on désire réaliser une jointure spatiale en prenant la couche « communes » comme couche initiale, et en alimentant sa table attributaire des données de la couche « GR ».

>> réalisez une jointure des données numériques (cochez la fonction « sum »).

>> cartographiez les résultats (champ « count ») : analysez les résultats, et trouvez une « erreur » dans les résultats.

! – faites varier l'apparence (symbology) des deux couches en présence pour mieux analyser vos résultats.

!! – si la couche initiale est formée d'entités polygonales, le programme crée toujours par défaut un champ « count », qui compte le nombre d'entités de l'autre couche contenues dans ce champ.

!!! - Attention, il est essentiel de bien réfléchir à la pertinence de la jointure spatiale réalisée (certaines jointures, techniquement possibles, mènent à des résultats aberrants).

Ex 2 (dossier Dpt 69) – On veut analyser la distance de chaque commune du département 69 aux différents points remarquables qui existent, et également définir des « bassins touristiques » formés de groupes de communes proches du même point.

>> Ouvrir les couches « communes » et « points remarquables ».

>> Réaliser la jointure spatiale (couche initiale = « communes » / cochez la seconde option de jointure : celle où on calcule une distance).

>> Cartographier les résultats :

1/cartographiez le champ « distance », afin de discriminer les communes en fonction de leur distance à un point remarquable. Analysez et commentez les résultats.

2/cartographiez le champ « Toponymie », afin de déterminer des bassins touristiques de communes proches du même point. Analysez et commentez les résultats.

Ex 3 – Analyse par carroyage d'une couche de points : calcul de densité d'embranchements routiers en Haute Normandie.

>> Ouvrez dans le sous-dossier « Normandie » les fichiers « communes », « nœud_routier » et « grille5000m ».

>> on veut analyser la densité de nœuds routiers (carrefours) dans la région Haute-Normandie de deux façons : par communes, et en utilisant une grille formée de mailles de 5x5km de côté.

>> proposez les analyses nécessaires à cette étude, réalisez-les et cartographiez-les.

>> commentez les deux résultats obtenus, en comparant leurs intérêts et inconvénients respectifs.

Il existe donc trois façons de réaliser des jointures spatiales :

Type 1 (« contient ») - joindre l'information des entités situées à l'intérieur des polygones de la couche initiale (valable uniquement quand la couche initiale est formée de polygones) : cas des exos 1 et 3.

Type 2 (« proximité ») - trouver les entités de la couche secondaire les plus proches des entités de la couche initiale (valable pour les trois types de couche initiale) : exo 2.

Type 3 (« intersection ») - joindre l'information des entités de la couche secondaire qui intersectent celles de la couche initiale.
 (valable uniquement quand la couche initiale est formée de polygones ou de ligne).

Les questions à se poser avant de réaliser une jointure spatiale :

Q1 : quel type de jointure puis-je réaliser, compte tenu des types d'entités avec lesquelles je travaille ?

Couche initiale formée de....	Sens de la jointure	Type 1 « contient »	Type 2 « proximité »	Type 3 « intersecte »
Polygones	Points > polygones	*	*	
	Lignes > polygones	*	*	*
	Polygones > polygones	*	*	*
Lignes	Points > lignes		*	
	Lignes > lignes		*	*
	Polygones > Lignes	*	*	*
Points	Polygones > points	*	*	
	Lignes > points		*	
	Points > points		*	

Q2 : Pour tous les types de jointures des champs numériques : cela a-t-il un sens de réaliser des calculs sur ce champ ? Seules les données quantitatives peuvent faire l'objet de calculs.

3.2 – Cartographie thématique et mise en page

3.2.1 – Cartographie des résultats de l'exercice sur la Haute Normandie

>> Cartographiez le nombre de carrefours par commune à partir de la couche obtenue à l'exercice précédent. Superposez la couche « tronçon_route ». Choisissez un mode de cartographie de cette couche qui rende la carte lisible.

>> passez en mode mise en page (VIEW < LAYOUT VIEW), et en vous appuyant sur le support de cours additionnel (bonnet.pdf), créez une carte répondant aux règles de la sémiologie graphique. Habillez cette carte en lui ajoutant quelques toponymes (les principaux noms de ville, la Manche, la Seine...).

>> exportez cette carte au format « .tiff ».

3.2.2 – Cartographie du Havre

Répétez l'opération en cartographiant la densité de population au Havre, à partir du fichier obtenu à l'exercice 3.1.1.

TD 4 – Exercices d'analyse spatiale pour aide à la décision

!! – n'oubliez pas de vous créer un dossier de session en copiant le dossier de sauvegarde.

4.1 – Localisation optimale d'une entreprise en Haute-Normandie

Un entrepreneur recherche une commune pour installer sa société en Haute-Normandie. Ses contraintes sont liées aux infrastructures de transport. Il recherche un emplacement à 3 km d'un nœud autoroutier (type échangeur partiel) et à 10 km d'une gare de voyageur.

Vous devez trouver la ou les communes qui répondent aux contraintes suivantes :

- 1-Commune située à 3 km maximum d'un nœud routier (type échangeur partiel).
- 2-Commune située à 10 km d'une gare de voyageur.
- 3-La gare de voyageurs devra offrir au moins 5 trains par jour vers Paris.

La présentation finale sera une carte de Seine Maritime sur laquelle on localisera les communes qui répondent totalement et partiellement aux contraintes (Proposez plusieurs classes du type : répond à toutes les contraintes, communes uniquement près d'un nœud autoroutier...)

Vous disposez de 4 fichiers pour réaliser ce travail : 1-communes de Seine-Maritime. 2-nœuds routiers. 3-les nœuds ferrés. 4-tronçons routes.

! – commencez par attribuer une projection aux fichiers dans Arc Catalog (clic-droit sur chaque fichier > propriétés > définir système de référence spatial). Attribuez une projection Lambert 1 (« France I » dans les « national grids »).

!! – ce faisant, vous n'avez pas modifié la projection du fichier, il était déjà projeté, mais le programme ne reconnaissait pas sa projection : vous avez simplement indiqué au programme dans quelle projection se trouve ce fichier.

4.1.1 - Analysez vos données en les affichant, en consultant les tables attributaires, en réalisant des cartographies thématiques de certaines variables.

4.1.2 - Etablissez les étapes qui vont vous permettre de répondre à la question (du début à la fin)

Rédigez, en utilisant le vocabulaire approprié, les différentes analyses que vous allez développer. Ne vous centrez pas sur l'aspect technique du SIG, mais réfléchissez de façon logique.

-

-

-

-
-
-
-

4.1.3 - Commencez la manipulation des données.

Le tableau suivant vous aidera à trouver les noms de variable et les informations nécessaires aux extractions :

Nom couche	Nom variable	Nom critère
Nœuds routiers	Nature	Echangeur partiel
Nœuds ferrés	Nature	Gare de voyageurs

4.1.4 – Cartographiez le résultat demandé

TD 5 – Etablir une carte du potentiel touristique du département du Rhône (69)

!! – n’oubliez pas de vous créer un dossier de session en copiant le dossier de sauvegarde.

!! – créer un dossier de sauvegarde.

> but du TD = établir une base de données touristique du département à l’échelle communale.

Projet = créer une base de données géographique qui permette de définir des types de communes en fonction de leurs caractéristiques touristiques, afin de localiser des régions touristiques différentes dans le département.

Echelle d’acquisition des données : communale.

Echelle de restitution : départementale.

Méthode de travail : vous allez enrichir la base de données « communes » avec le maximum d’informations qui vous paraissent nécessaires pour répondre au projet.

5.0 - Observez les différentes couches présentes dans le dossier, et réfléchissez à la façon dont elles apportent de l’information au projet.

- Décrivez la table « communes » : champs, types de variables, codage des données.

5.1 - Mettre à jour la base de données « communes »

Eliminer les champs inutiles pour ce projet : tout sauf « nom/pop/superficie/insee_REG ».

5.2 - Enrichir la base de données par saisie directe

- A partir des infos sur les *communes équipées en sites web* : créer le ou les champs nécessaires au codage de cette information dans la base commune : champ = « Sites_web »

- Trouver le mode de codage de l’information qui vous permette de rendre compte de la diversité des situations possibles (commune avec un seul site, avec deux sites différents..).

- Saisissez manuellement les communes possédant un site web.

5.3 - Créer de l'information par croisements de couches préexistantes

Incorporez à la base attributaire les données suivantes :

- communes possédant une forêt.
- communes traversées par un GR.
- communes possédant un vignoble.
- communes possédant un ou des « points remarquables ».

5.4 - Créer de l'information par création de nouvelles couches

Définissez quelles sont les communes situées à moins d'une ½ heure d'une grande agglomération (Lyon et Villefranche). C'est la distance moyenne de déplacement pour une sortie en weekend (sortie durant la journée). Cette distance permet de localiser approximativement les lieux fréquentés en fin de semaine par les habitants des grandes villes qui ne dorment pas sur place.

5.5 - Créez des indicateurs d'équipement touristique et cartographiez vos résultats

5.5.1 – Par diverses sélections attributaires, réalisez une première analyse des différences de potentiel touristique dans le département du Rhône.

Ex : localiser les communes possédant n sites remarquables et situées à moins de 25 km d'une grande ville.

5.5.2 – Créez des indices d'équipement ou d'attractivité touristique.

Créez ces indices par calcul dans la table attributaire.

Exemple d'indice : somme brute des équipements présents / indice de diversité d'équipements (une commune possédant 3 types distincts est mieux équipée qu'une autre possédant 10 équipements similaires)...

> développez un indice complexe, pondérant le poids de chacune des variable incorporée durant l'exercice (sites web, forêt, distance aux grandes villes, etc).

5.6 – Cartographie thématique et mise en page

>> passez en mode mise en page (VIEW < LAYOUT VIEW), et en vous appuyant sur le support de cours additionnel (bonnet.pdf), créez une carte répondant aux règles de la sémiologie graphique. Habillez cette carte en lui ajoutant quelques toponymes (les principaux noms de ville, la Manche, la Seine...).

>> exportez cette carte au format « .tiff ».

TD 6 – Exercice d'analyse spatiale :

ORIENTER LES ACTIONS DE RENOUVELLEMENT URBAIN DANS LA VILLE DE MARSEILLE

!! – n'oubliez pas de vous créer un dossier de session en copiant le dossier de sauvegarde.

Compétences SIG à mobiliser dans ce TD :

- compétence en interrogation de la base de donnée : une base très abondante, dans laquelle il faudra savoir choisir les couches pertinentes, savoir comment afficher les données et les visualiser.
- compétences en analyse spatiale par création d'information (jointures et calculs sur la table attributaire).

La ville de Marseille désire améliorer les conditions de vie de ses habitants, en développant un certain nombre de projets de rénovation du cadre de vie (qualité des espaces publics). Pour ce faire, elle veut commencer par l'arrondissement de la ville où le cadre urbain est le plus dégradé pour agir, puis créer des quartiers verts dans celui-ci.

Dans un premier temps, à partir de la base de données à laquelle vous avez accès (géodatabase « MASSILIA »), vous devez établir une stratégie d'analyse des données qui vous permette de choisir l'arrondissement : vous devez établir des critères de choix (quels indicateurs permettent de dire que le cadre de vie est « dégradé »), puis réaliser une analyse spatiale de la ville qui mette en œuvre ces critères.

Une fois l'arrondissement choisi, vous allez réaliser une série d'analyses dans son périmètre, qui vous permettra de localiser les zones potentielles d'installation des quartiers verts.

6.1 – Stratégie de sélection de l'arrondissement cible du projet à l'échelle de la ville

6.1.1 – Définition de critères spatiaux de dégradation du cadre urbain

- Etablissez ces critères à partir des données dont vous disposez, et justifiez leur intérêt.

Ex : on peut estimer que le pourcentage de l'arrondissement occupé par des zones d'activités est un critère de dégradation du cadre de vie (plus le % est fort, moins la qualité est bonne). Il est en outre facile à calculer (on fait rapport entre surface de l'arrondissement et surface des zones d'activité qui y existent).

6.1.2 – Analyse spatiale

Mettez en œuvre vos critères, en les calculant pour l'ensemble des arrondissements.

-
-
-
-
-

6.1.3 - Résultats

Présentez votre résultat, commentez-le, soulignez les intérêts et les limites de votre démarche (quelles informations auraient été nécessaire pour une meilleure sélection de l'arrondissement ?).

6.2 – Localisation des espaces d'action potentiels à l'échelle de l'arrondissement

La ville va centrer son action sur des bâtiments et les espaces proches de ceux-ci (rénovation du bâti. Les critères de choix de ces bâtiments sont les suivants :

- 1 - ils devront être situés à plus de 800m de toute voie qui ne soit pas classée comme « locale » (couche « tronçon_route »).
 - 2 - ils devront être situés à moins de 600m des zones d'activité (« surface_activité »).
 - 3 – la mairie rénovera les espaces publics dans un périmètre de 200m autour des bâtiments retenus.
 - 4 – les secteurs retenus devront comprendre au moins une zone non bâtie de plus de 1000m², afin d'aménager une petite place.
 - 5 – vous devez choisir parmi les espaces potentiels 3 zones.
- sélectionnez les couches d'information qui sont nécessaire à votre analyse.
 - par sélection spatiale, extrayez uniquement le données relatives à l'arrondissement que vous avez choisis.
 - procédez à l'analyse pour le choix de vos trois zones.
 - présentez le résultat en le justifiant / en le cartographiant.

TD SUPPLEMENTAIRE – Exercice d'analyse spatiale

Le risque incendie dans une commune méditerranéenne

!! – n'oubliez pas de vous créer un dossier de session en copiant le dossier de sauvegarde.

Dans cet exercice, il vous est demandé de réaliser des analyses portant sur le risque forestier en zone méditerranéenne, dans le but de concevoir un Système d'Information Géographique permettant de gérer ce risque.

Les étapes du travail sont les suivantes :

1- analyse du risque d'incendie forestier : vous devrez évaluer spatialement la vulnérabilité théorique des habitants de la commune en fonction de la configuration de l'espace communal.

2- mise en situation à partir de la simulation d'un incendie : vous devrez élaborer un plan d'évacuation raisonné des habitants de la commune.

Critères d'évaluation de cet exercice :

- exposé clair de votre démarche (formulez par écrit les questions que vous vous êtes posées, et la façon dont vous y avez répondu).
- originalité des solutions apportées (à chacune des étapes du travail, diverses solutions peuvent être apportées aux questions posées).
- qualité du rendu cartographique

7.1 - Analyse du risque d'incendie forestier

Ouvrez toutes les couches présentes dans le dossier du TD 7, et analysez les données qu'elles contiennent.

7.1.1. Réalisez une analyse par carroyage de l'aléa incendie potentiel sur la commune

- Dans le carroyage à maille de 500 x 500 mètres présent dans le dossier, calculez le pourcentage de boisement de l'espace de la commune (part de chaque maille étant boisée).
- Cartographiez ce résultat.

7.1.2. Réalisez une analyse par carroyage des enjeux présents sur la commune

Pour cet exercice, ce sont les bâtiments qui constituent l'enjeu essentiel présent sur la commune.

Dans le même carroyage que celui créé précédemment, calculez :

- 1/ le nombre de bâtiments présents par maille (plus il y a de bâtiments dans une maille, plus les enjeux sont importants)
- 2/ la taille moyenne de ces bâtiments (on pose pour l'exercice que plus cette hauteur moyenne est forte, plus il y a d'enjeux sur la maille).

Cartographiez ces deux nouvelles valeurs : la représentations spatiale des enjeux par maille varie-t-elle sensiblement ? Si oui, où et comment ?

Laquelle des deux valeurs vous semble-t-elle la plus intéressante pour une évaluation correcte des enjeux présents sur la commune ?

7.2 - Réalisez une analyse par carroyage de la vulnérabilité

On pose comme principe que plus la densité voies d'accès (chemins et routes) est forte, plus la vulnérabilité d'un espace est faible, car les pompiers peuvent y accéder rapidement. Inversement, les zones sans chemins sont fortement vulnérables face à un incendie.

7.2.1 - Proposez divers modes de calcul à partir du carroyage créé pour *évaluer et cartographier* cette vulnérabilité.

7.2.2 – Réduisez la vulnérabilité des bâtiments de la commune.

On estime qu'un bâtiment est très bien protégé lorsqu'existe une bouche incendie (couche « POINT_EAU ») à moins de 1000 mètres de celle-ci.

>> Déterminez quel % des bâtiments de la commune est « très bien protégé ».

Afin de réduire la vulnérabilité globale de la commune, proposez des lieux de localisation optimale de bouches à incendie : ces bouches à incendie devront être situées sur un chemin ou une route. Du fait des limites du budget communal, vous ne pouvez pas placer plus de 6 bouches.

>> une fois créés vos nouveaux points d'eau, recalculez le % de bâtiments « très bien protégés » : prouvez par ces calcul que vous avez notablement amélioré la protection des bâtiments.

7.3 – Etablissez une priorité d'évacuation des habitants de la commune

Plus la pente est forte, plus la progression d'un incendie en conditions de faibles vents est rapide. Les zones où les pentes sont les plus faibles sont donc celles où les secours auront le plus de temps pour évacuer les habitants.

7.3.1 - Cartographiez les pentes de la commune

- 1 - A partir du mnt (« alti1 »), créez une carte des pentes (slope_alti1).
- 2 - Cartographiez le résultat en 4 classes de pentes (0-5 ; 5-10 ; 10-20 ; 20-45).
- 3 - Analysez et commentez le résultat : quelles sont les zones où la progression du feu est potentiellement la plus rapide, celles où elle l'est le moins ?
- 4 - Convertissez cette carte raster en polygones.
 - Ouvrez le module Spatial analyst.
 - Reclassez votre fichier raster (slope_alti1) : fonction « reclassify ».
 - Transformez-le en couche vectorielle : fonction « convert » > raster to features.

7.3.2 – Attribuez à chaque bâtiment un indice de vulnérabilité à l'incendie

Par jointure spatiale, attribuez à chaque bâtiment la valeur de la pente sur laquelle il se trouve. Cartographiez les bâtiments en fonction de leur vulnérabilité au feu (plus la pente est forte, plus cette vulnérabilité est grande).

7.4 - Analyse globale du risque « incendie forestier » sur la commune

7.4.1 - Le maire de la commune vous demande une synthèse sur le risque incendie dans sa commune : commentez l'ensemble des cartes obtenues, de façon à identifier les zones présentant le risque le plus fort. Si nécessaire, procédez à de nouvelles analyses SIG.

7.4.2 - *Créez une carte de synthèse sur le risque incendie forestier.*

7.5 - Elaboration d'un plan d'évacuation des habitants suite à un incendie

Lors d'un été très chaud, on signale trois départs de feu dans la commune, que vous pouvez visualiser en ouvrant la couche « depart_feux ». Comme il s'agit d'un jour venteux, le feu se déplace rapidement, et peut sauter par-dessus certains obstacles (rivières, chemins, etc). Par expérience, vous savez que dans la région, un feu de forêt ne s'étend généralement pas au-delà de 1.5 kilomètres autour de son point de départ.

7.5.1 - *Simulez les zones touchées directement par l'incendie.*

7.5.2 – *Cartographiez la zone devant être évacuée*

Les pompiers évacuent systématiquement tout bâtiment situé à moins de 500 m d'une zone qui brûle : cartographiez la zone devant être évacuée en supposant que les feux s'étendent effectivement dans un rayon de 1.5 km.

7.5.3 - Etablissez un plan d'évacuation raisonné des bâtiments situés dans la zone touchée

... en croisant les informations obtenues aux étapes antérieures avec la carte des pentes, sachant que plus la pente est forte, plus la progression de l'incendie est rapide. Vous devrez indiquer aux pompiers dans quel ordre devra être réalisée l'évacuation.

INFORMATIONS DIVERSES SUR LE LOGICIEL

Trucs et astuces

Généraux

- Visualisez toujours vos fichiers en mode « détail » (dans les fenêtres windows), afin de pouvoir visualiser les extensions des fichiers (leur type).
- Copié-collé rapide : touche Ctrl + C = copier / touche Ctrl + V = coller / touche Ctrl + X = couper.
- Ne laissez jamais d'espace lorsque vous nommez un fichier (« feux_bresil » et non pas « feux bresil »).
- Lorsque vous voulez enlever toutes vos couches et en afficher des nouvelles, plutôt que de fermer le programme et de le rouvrir, cliquez sur l'icône page blanche (en haut à gauche : NEW MAP FILE).
- Pour actualiser ArcCatalog lorsque vous bougez des fichiers de place ou que vous en supprimez directement dans les dossiers (hors ArcCatalog), appuyez sur la touche F5 du clavier.

Visualisation

... constituer des blocs de données pour une meilleure visualisation

- fermez toutes vos données
- clic droit dans la colonne de l'arborescence des données > AJOUTER DES DONNEES.
- ouvrir dans ce bloc les données « feux / mnt / hidrografia_linhas » (clic droit sur le bloc de données > choix des données).
- créer un second groupe de données : menu INSERTION > NOUVEAU BLOC DE DONNEES > puis ouvrir dans ce bloc : sistema_viario / manchas_urbanas ».
- une fois ces deux blocs créés, vous pouvez au choix activer ou désactiver leur visualisation pour travailler de façon plus commode.
- !!** – Attention : il faut activer le bloc sur lequel on travaille : les deux blocs ne sont pas visibles en même temps (différence avec la mise en page).

... rendre transparent un des raster lors du géoréférencement

- menu AFFICHAGE > BARRE D'OUTILS > EFFETS
- sélectionner la couche à rendre transparente dans l'arborescente > cliquer sur « transparence » dans la barre d'outils > choix d'un taux de transparence.g

Manipulation des données raster

... créer une composition colorée sous Arc Map

- Ouvrir Arc Toolbox
- ouvrir l'outil RASTER > COMPOSITE BANDS
- sélectionner successivement les 3 canaux à combiner en pointant l'onglet déroulant de « input raster »
- nommer la composition colorée (il est important de créer celle-ci dans un dossier différent de celui où se trouvent les bandes originales).

.... créer un TIN sous Arc Map à partir d'une couche raster possédant des données altimétriques

- ouvrir Arc Toolbox > 3D Analyst Tools > CONVERSION > RASTER TO TIN
- si le raster est de grande taille, la création du Tin peut prendre beaucoup de temps.
- > vous pouvez faire un essai à partir de la couche « mnt_rs.tif » contenu dans le dossier « Rio Grande do sul ».

Manipulation des données vecteurs

... digitalisation : paramétrer la tolérance de capture

- Dans le menu "Editeur" de la barre d'outil "Editeur", choisir "Options".
- EDITOR > OPTIONS > onglet "Général" : paramétrer la tolérance de capture (ie le "snap") à 10 mètres. Cocher "Afficher les info-bulles de capture".
- Dans le menu "Editeur", choisir "Capture ..." et modifier les propriétés de capture de façon à pouvoir s'accrocher en cours de saisie sur des éléments existants.