

## Les Systèmes d'Information Géographique

### Travaux dirigés

Serge LHOMME

---

#### ArcGIS (version 10)

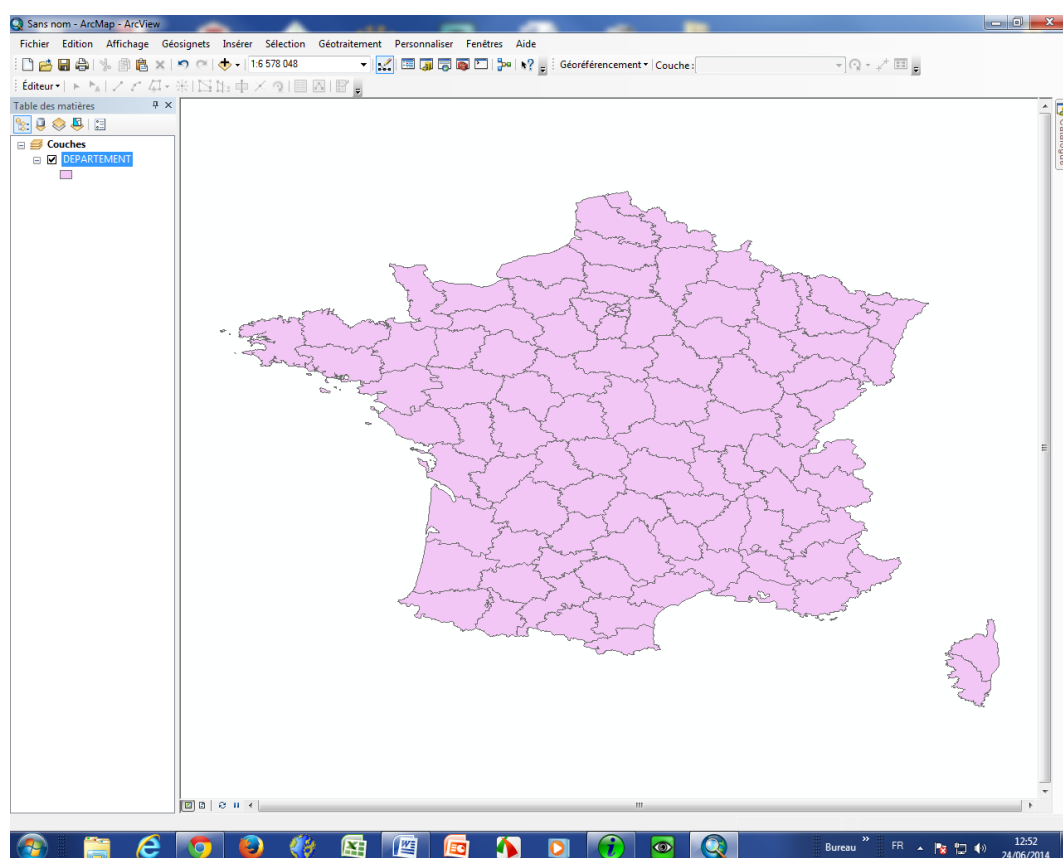
ArcGIS est un ensemble de logiciels d'information géographique développés par la société américaine Esri (Environmental Systems Research Institute). Il est possible de créer, gérer et partager des données géographiques, cartes et modèles d'analyse via des applications bureautiques et serveurs. Dans les faits, ArcGIS est composé de plusieurs « blocs » d'applications :

- ArcCatalog : L'application ArcCatalog fournit une fenêtre de catalogues utilisés pour organiser et gérer différents types d'informations géographiques. Les informations qui peuvent être organisées et gérées dans ArcCatalog comprennent : des géodatabases ; des fichiers raster ; des cartes ; des « globes » ; des documents de « scènes » 3D et des fichiers de couches ; des métadonnées normalisées pour ces éléments d'informations SIG, etc.
- ArcMap : C'est l'application « cartographique » de ArcGIS que l'on va présenter plus en détail dans ce document.
- ArcScene : ArcScene est une visionneuse 3D adaptée à la génération des scènes de perspective qui vous permettent de naviguer et d'interagir avec des données vectorielles et raster 3D. ArcScene prend en charge une cartographie de texture et une symbologie linéaire 3D complexes, ainsi que la création de surfaces et l'affichage de TIN.
- ArcGlobe : Cette application est généralement conçue en vue d'une utilisation avec des jeux de données très volumineux et permet la visualisation uniforme de données d'entité et raster. Elle est basée sur un affichage global, toutes les données étant projetées dans une projection Cube globale et affichées à différents niveaux de détails, organisés en tuiles.

#### ***Les premiers pas dans ArcMap : consulter, afficher et sauvegarder de l'information géographique***

ArcMap représente les informations géographiques sous la forme d'un ensemble de couches produisant *in fine* une « carte ». ArcMap présente donc une fenêtre géographique, ou bloc cartographique, dans laquelle vous pouvez afficher et utiliser les informations géographiques. Plus précisément, l'interface utilisateur d'ArcMap présente une fenêtre Windows qui se décompose de la manière suivante :

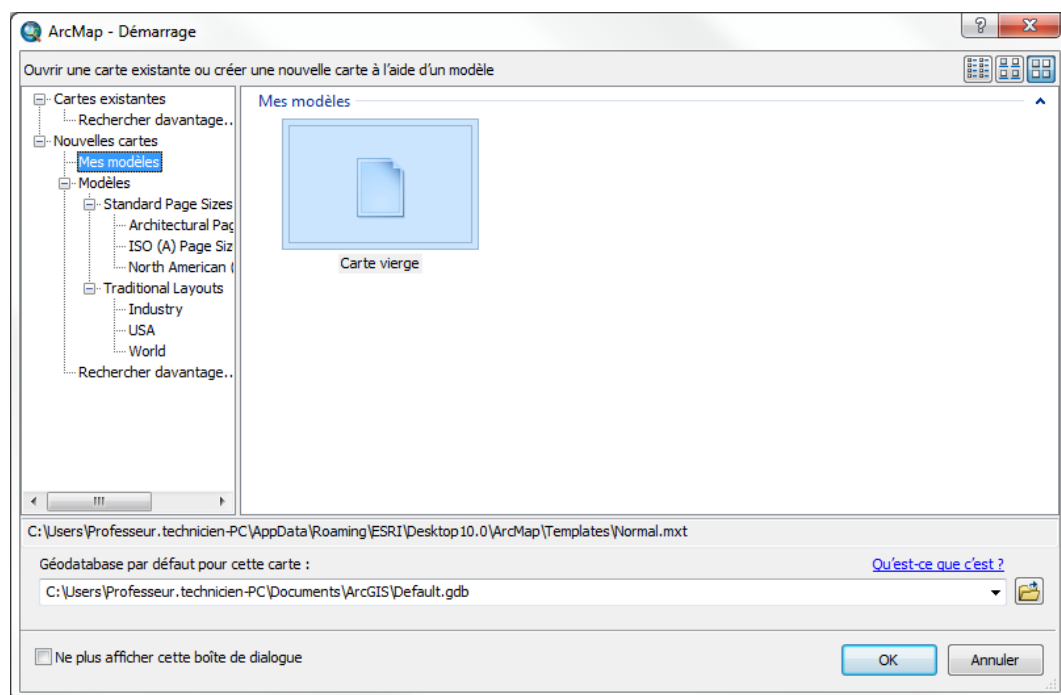
- la barre des menus : située en haut de l'interface, et présentée sous la forme d'onglets, elle donne accès à des catégories de fonctionnalités permettant d'interagir avec toutes les fonctions d'ArcMAP ;
- la table des matières : située sur la partie gauche de l'interface, elle permet de gérer l'affichage des couches ;
- les barres d'outils : elles permettent d'accéder rapidement à des fonctions importantes d'ArcGIS, comme la gestion des sessions d'édition, les outils de sélection... Ces fenêtres peuvent être positionnées n'importe où, mais en règle générale les plus courantes sont « ancrées » sous le menu.
- l'espace carte : facilement identifiable, il occupe le centre de l'interface et affiche les résultats.



**Figure 1 :** L'interface ArcMap.

Au départ, dans ArcGIS 10, chaque document ArcMap (fichier MXD), ArcScene (SXD) et ArcGlobe (3DD) comporte une géodatabase par défaut. Il s'agit simplement de la principale géodatabase que vous allez utiliser lorsque vous travaillerez sur le document. Ainsi, si la plupart ou l'ensemble des données présentes sur votre document ArcMap provient d'une géodatabase particulière, indiquez-la comme géodatabase par défaut pour votre document. Si vous démarrez ArcMap et commencez à créer une nouvelle carte et à effectuer quelques tâches SIG, ArcMap utilise la géodatabase « Default.gdb » dans votre dossier « Documents/ArcGIS » comme géodatabase par défaut de la carte. Si vous enregistrez la

carte et choisissez l'emplacement par défaut proposé par ArcMap, la carte sera également enregistrée dans votre dossier « Documents/ArcGIS ». En d'autres termes, si vous créez une carte et adoptez tous les paramètres par défaut proposés par ArcMap, vos données et votre carte seront enregistrées dans votre dossier « Documents/ArcGIS ». Vous n'aurez donc pas besoin de créer manuellement votre propre espace de travail ou de vous inquiéter de l'endroit où enregistrer vos travaux.




**Figure 2 :** Au premier démarrage d'ArcMap, choisissez d'ouvrir une carte vierge.


Pour enregistrer un fichier ArcMap, c'est-à-dire votre carte, il suffit de cliquer sur « Fichier », puis sur « Enregistrer sous.. ».


Pour ouvrir un fichier ArcMap, c'est-à-dire votre carte, il suffit de cliquer sur « Fichier », puis sur « Ouvrir ».

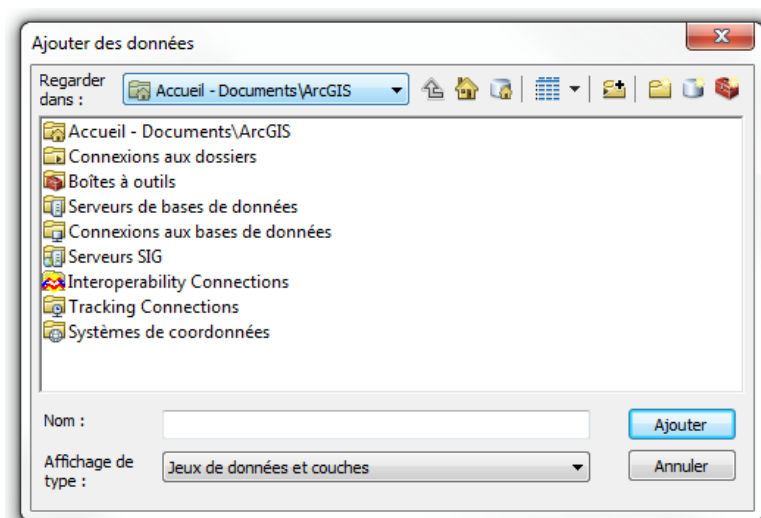
Dans ArcMap, afin d'organiser les données géographiques, les objets affichés sur une carte sont définis à l'aide de « couches ». Pour faire simple, à une couche correspond des objets géographiques d'une même nature : routes, bâtis, cours d'eau, forêts... Chaque couche référence ainsi un jeu de données qui est stocké dans une géodatabase, une couverture, un fichier de formes, un raster, etc. ArcMap peut supporter de nombreux formats. Pour les données vectorielles, le format préférentiel est le Shapefile. Dans le cas de données tabulaires, ArcMap permet d'exploiter des tableaux Excel, CSV, TXT...

Pour charger des données supportées par ArcMap, il est possible de cliquer sur l'icône  située en règle générale sous la barre de Menu. Il est aussi possible d'aller dans « Fichier → Données ».

La gestion des données chargées s'effectue à partir de la table des matières située à gauche de la carte.

En règle générale, pour charger un Shapefile, cliquez sur  ou sur « Fichier → Données → Ajouter des données... ». Une boîte de dialogue s'ouvre. Dans « Connexion aux dossiers », il faut alors sélectionner un répertoire vous permettant d'avoir accès à votre Fichier.

Si vous n'avez pas accès simplement à l'emplacement où se trouve votre document à charger, vous pouvez assurer une connexion à votre dossier en cliquant sur cette icône  dans la boîte de dialogue.



**Figure 3 :** La boîte de dialogue « Ajouter des données » et ses différents types de connexion.

Les couches peuvent être affichées de différentes manières en utilisant les icônes situées en haut de la table des matières.

Vous pouvez afficher ou cacher une couche en cliquant dans la case située à gauche du nom de votre couche dans la table des matières.

**Attention**, pour charger des données géographiques « textuelles », il faut, en règle générale, choisir d'afficher dans la table des matières les données répertoriées par « Source ». Cliquez ensuite sur l'icône permettant d'ajouter des données. Sélectionnez votre table et le tour est joué. De surcroît, si vous voulez modifier cette table dans ArcMap, il vous faut l'exporter en DBF. Pour cela, effectuez un clic-droit sur la table « Données → Exporter... ».

Lorsqu'un fichier tabulaire (textuel) comporte des données XY, il est pertinent d'utiliser « Ajouter des données → Ajouter des données XY... ».

Vous pouvez afficher ou cacher une couche en cliquant dans les cases situées à gauche du nom de votre couche dans la table des matières.

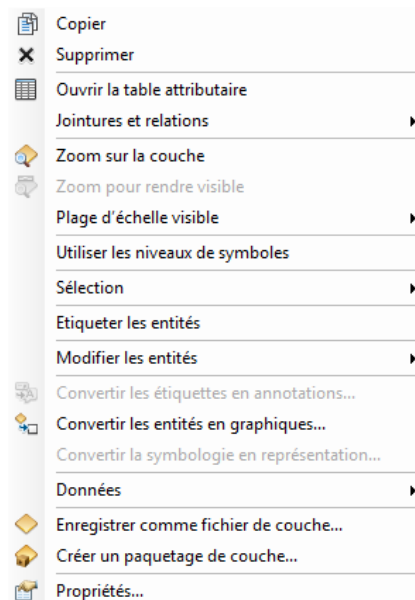


**Figure 4 :** Les différentes manières d'afficher des données dans la table des matières.

#### Exercices :

- 1) Chargez les fichiers « Departements.shp », « Eau.shp » et « Metros.shp ».
- 2) Enregistrez votre projet sous le nom « carte1.mxd ». Combien de fichiers ont été créés ?
- 3) Quels sont les différents modes d'affichage des couches ?
- 4) Ajoutez les fichiers « PIB.txt », « Clients2.txt » et « Clients.txt ». Attention, le dernier fichier contient des données XY...

Un clic-droit sur le nom d'une couche vous donne accès à de nombreuses options :



**Figure 5 :** Les différentes options permettant de manipuler une couche.

Afin de supprimer une couche, le plus simple est d'effectuer un clic-droit sur le nom de la couche que l'on veut supprimer, puis de cliquer sur « Supprimer ».


Pour enregistrer des données au format « Shapefile », vous pouvez effectuer un clic-droit sur le nom de la couche concernée, puis cliquer sur « Données → Exporter des données ».


Pour accéder à l'ensemble des propriétés d'une couche, comme son système de coordonnées géographiques, sa couleur, ses règles d'affichage, ses champs, vous pouvez effectuer un clic-droit sur le nom de la couche concernée, puis cliquer sur « Propriétés ». Il est aussi possible de double-cliquer sur le nom de cette couche.


A tout moment vous pouvez zoomer sur l'emprise d'une couche en cliquant sur « Zoom sur la couche ». Cela est pratique quand on s'est perdu dans une carte. Sinon, le déplacement sur la carte se fait simplement à l'aide de « cliquer-glisser » et le zoom s'effectue à l'aide la molette.

## Exercices :

- 1) Créez des étiquettes correspondant au nom des départements. Choisissez la police Calibri et la taille 10.
- 2) Quels sont les champs de la couche « Departements »? Qu'est-ce qu'un champ ?
- 3) Enregistrez la couche « Departements » sous le nom « Ile\_de\_France.shp », combien de fichiers ont été créés ?
- 4) Mettez la couche « Ile\_de\_france » en bleu avec un contour noir.
- 5) Renommez la couche « Ile\_de\_france » en « IDF ».
- 6) Quel est le système de coordonnées de la couche « IDF » ?

Pour sélectionner une entité, il est possible d'utiliser la barre d'outils « Outils ». Cliquez par exemple sur l'icône , puis cliquez sur l'entité à sélectionner.

Pour afficher les informations (données attributaires) d'une entité géographique, il faut cliquer sur l'icône , puis cliquer sur votre entité.

Pour revenir à tout moment sur une vue générale, vous pouvez cliquer sur l'icône  de la barre d'outils « outils ».

#### Exercices :


- 1) Affichez la barre d'outils « Outils » si celle-ci n'est pas apparente.
- 2) Quels sont les différents modes de sélection proposés dans la barre d'outils « Outils » ?
- 3) Que se passe-t-il lorsque vous sélectionnez un département ?
- 4) Sélectionnez le Val-de-Marne, puis zoomez précisément sur ce département en utilisant si possible un zoom « spécifique ».
- 5) Quelle est la population totale du Val-de-Marne ?


### *Les fonctionnalités incontournables pour analyser et traiter des données géographiques*


#### ➤ La manipulation des tables attributaires et la création de cartes thématiques

Les SIG permettent d'exploiter des données sémantiques attachées à des données géométriques. Ainsi, si dans un premier temps un SIG affiche seulement les données géométriques, il revient dans un deuxième temps à l'utilisateur d'exploiter les données sémantiques attachées à celles-ci. Pour cela, ArcMap permet d'accéder par le biais de « tables attributaires » à ces données sémantiques.

Pour afficher la table attributaire d'une couche, effectuez un clic-droit sur le nom de la couche concernée, puis cliquez sur « Ouvrir la table attributaire ».

L'icône  permet d'avoir accès aux options de la table attributaire, comme celles permettant par exemple d'effectuer des sélections selon les attributs, d'ajouter un nouveau champ, de créer des rapports...

L'icône  permet d'effectuer directement des requêtes attributaires et de sélectionner des entités en fonction de leurs attributs.

Il est aussi possible de supprimer des entités en cliquant sur l'icône . Pour cela, il est au préalable nécessaire d'avoir sélectionné les entités à supprimer.

**Attention,** la suppression d'entités nécessite de rendre la couche modifiable. Pour cela, faites un clic-droit sur la couche concernée, puis cliquez sur « Modifier les entités → Ouvrir une session de mise à jour ». Si cela n'est pas possible, c'est qu'une session de mise à jour est déjà ouverte.

Au contraire, la création d'un nouveau champ nécessite de fermer toutes les sessions de mise à jour.

Table						
DEPARTEMENT						
FID	Shape	ID GEOFLA	CODE DEPT	NOM DEPT	NOM CHF	COD
0	Polygone 1	01	AIN	BOURG-EN-BRESSE	82	
1	Polygone 2	02	AIN	LAON	22	
2	Polygone 3	03	ALLIER	MOULINS	83	
3	Polygone 4	04	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	DIGNE-LES-BAINS	93	
4	Polygone 5	05	HAUTES-ALPES	GAP	93	
5	Polygone 6	06	ALPES-MARITIMES	NICE	93	
6	Polygone 7	07	ARDECHE	PRIVAS	82	
7	Polygone 8	08	ARDENNES	CHARLEVILLE-MEZIERES	21	
8	Polygone 9	09	ARIEGE	FOX	73	
9	Polygone 10	10	AUBE	TROYES	21	
10	Polygone 11	11	AUDE	CARCASSONNE	91	
11	Polygone 12	12	AVEYRON	RODEZ	73	
12	Polygone 13	13	BOUCHES-DU-RHONE	MARSEILLE	93	
13	Polygone 14	14	CALVADOS	CAEN	25	
14	Polygone 15	15	CANTAL	AURILLAC	83	
15	Polygone 16	16	CHARENTE	ANGOULEME	54	
16	Polygone 17	17	CHARENTE-MARITIME	LA ROCHELLE	54	
17	Polygone 18	18	CHER	BOURGES	24	

1
0 sur 96 sélectionnés

DEPARTEMENT

Figure 7 : Une table attributaire.

Un clic-droit sur le nom d'un champ permet d'avoir accès à de nombreuses options, comme un calculateur de champs, un outil de tri, un résumé statistique de champs...

Pour la création d'un nouveau champ, dans les options de la table, cliquez sur « Ajouter un champ... ». Une boîte de dialogue s'ouvre vous demandant de préciser le nom du nouveau champ, son type (entier, réel, texte...) et ses propriétés comme la longueur. Cliquez sur « OK » et le champ est créé. Il faut alors calculer les valeurs du champ. Pour cela, effectuez un clic-droit sur le nom du nouveau champ et cliquez sur « Calculateur de champs... ». Vous pouvez alors rentrer une formule de calcul en double cliquant sur les champs et les opérateurs souhaités.

Enfin, si vous souhaitez calculer des superficies, des longueurs, des périmètres, vous devez cliquer sur « Calculer la géométrie ». Pour cela, il est conseillé de démarrer une session de mise à jour.

Table

DEPARTEMENT						
FID	Shape	ID GEOFLA	CODE DEPT	NOM DEPT	NOM CHF	COD
0	Polygone 1	01	AIN	Tri croissant	BOURG-EN-BRESSE	82
1	Polygone 2	02	AIN	Tri décroissant	LAON	22
2	Polygone 3	03	ALLIER	Tri avancé...	MOULINS	83
3	Polygone 4	04	ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE	Récapituler...	DIGNE-LES-BAINS	93
4	Polygone 5	05	HAUTES-ALPES	Statistiques...	GAP	93
5	Polygone 6	06	ALPES-MARITIMES	Calculateur de champs...	NICE	93
6	Polygone 7	07	ARDECHE	Calculer la géométrie...	PRIVAS	82
7	Polygone 8	08	ARDENNES	Désactiver le champ	CHARLEVILLE-MEZIERES	21
8	Polygone 9	09	AREGE	Figer/libérer la colonne	FOX	73
9	Polygone 10	10	AUBE	Supprimer un champ	TROYES	21
10	Polygone 11	11	AUDE	Propriétés...	CARCASSONNE	91
11	Polygone 12	12	AVEYRON		RODEZ	73
12	Polygone 13	13	BOUCHES-DU-RHONE		MARSEILLE	93
13	Polygone 14	14	CALVADOS		CAEN	25
14	Polygone 15	15	CANTAL		AURILLAC	83
15	Polygone 16	16	CHARENTE		ANGOULEME	54
16	Polygone 17	17	CHARENTE-MARITIME		LA ROCHELLE	54
17	Polygone 18	18	CHER		BOURGES	24

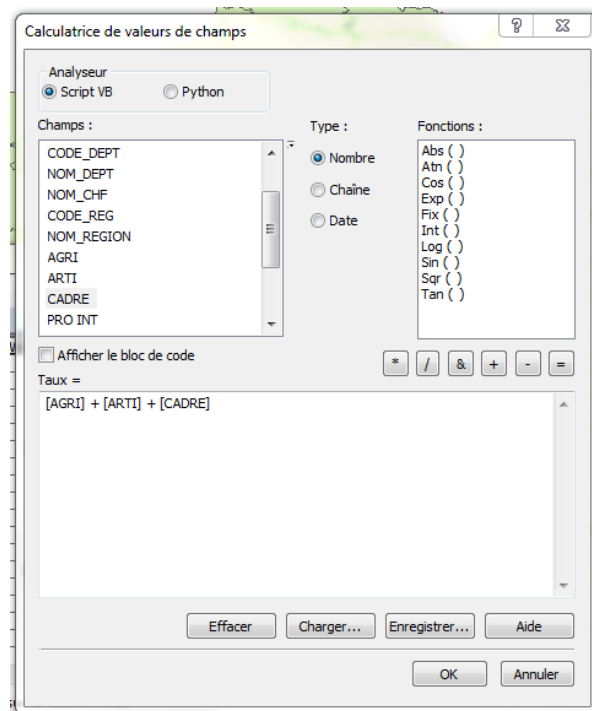
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18

DEPARTEMENT

(0 sur 96 sélectionnés)

Figure 8 : Les options pour manipuler un champ.





**Figure 9 :** Exemple d'une formule dans le calculateur de champ.

#### Exercices :

- 1) Combien d'entités contient la couche « IDF » ?
- 2) Combien la France métropolitaine compte-t-elle d'habitants selon la couche « IDF » ?
- 3) Quels sont les 20 départements les plus peuplés de France ?
- 4) Supprimez alors les départements qui ne font pas partie des 20 plus peuplés dans la couche « IDF ».
- 5) Dans la couche « Département », calculez le taux d'étrangers par département à l'aide d'un nouveau champ.
- 6) Dans une même continuité, calculez la densité de population de chaque département. Quel est le département le moins densément peuplé ?

Par des couleurs dégradées, des symboles proportionnels, des camemberts, des histogrammes, une carte thématique sert à visualiser des données statistiques via un langage cartographique pour analyser et valoriser un patrimoine d'informations attributaires associées aux objets. Ce que l'on appelle souvent dans le monde des SIG « les requêtes thématiques » constituent une des principales finalités des SIG. En effet, ces cartes associent les informations géométriques et sémantiques.

Pour accéder aux requêtes thématiques dans ArcMap, il faut aller dans les propriétés de la couche concernée, puis dans le menu « Symbologie ». Par défaut, la symbologie choisie est unique, mais il est possible de choisir une symbologie par « catégories », par « quantités »...

La classification par « catégories » s'effectue en choisissant un champ de valeurs à partir duquel s'effectue la classification. Il faut aussi choisir une combinaison de couleurs. Ensuite, en règle générale, on attribue à chaque valeur une couleur spécifique, il faut pour cela cliquer sur « Ajouter toutes les valeurs ». Néanmoins, dans certains cas, on peut agir au cas par cas et distinguer seulement certaines valeurs, il faut alors cliquer sur « Ajouter des valeurs ».

La classification par « quantités » s'effectue en choisissant un champ de valeurs, une combinaison de couleurs (si vous choisissez un dégradé de couleurs) ou un symbole (si vous choisissez des symboles gradués) et un nombre de classes. Puis, lors du mappage de quantités, cliquez sur le bouton « Classer ». La boîte de dialogue « Classification » s'ouvre et vous pouvez sélectionner une méthode de classification : manuelle, quantile, effectif égal, Jenks... Il est aussi possible de normaliser les valeurs.

#### Exercices :

- 1) Attribuez à chaque région française une couleur différente.
- 2) Effectuez une requête thématique comprenant 5 classes (intervalle égal) de couleurs et permettant de rendre compte du nombre d'habitants par département.
- 3) Effectuez une requête thématique comprenant 4 classes (effectif égal) de couleurs et permettant de rendre compte du nombre d'habitants par département.
- 4) Distinguez clairement l'Ile-de-France des autres régions françaises.
- 5) Effectuez une requête thématique concernant les soldes migratoires des départements.
- 6) Mettez en évidence le chiffre d'affaires des clients de la couche « Clients ».

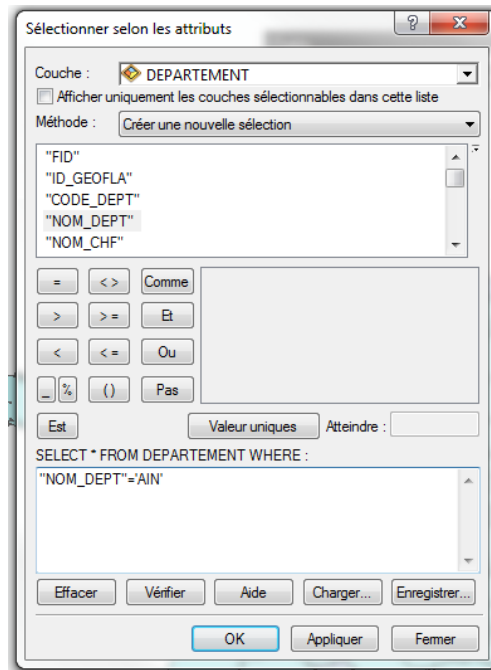
#### ➤ Effectuer des sélections : requêtes spatiales et attributaires.

Cette partie a pour objectif de présenter comment effectuer des sélections simples sur les champs associés aux objets de la carte. Les requêtes constituent un élément essentiel des SIG. Différents types de requêtes sont possibles (monocritères, multicritères, paramétrées, topologiques) permettant de répondre à la majorité des cas de recherche d'objets. Les critères de recherche et de sélection s'appuient sur des conditions variées : conditions logiques (Et, Ou, Sauf) ; conditions spécifiques aux valeurs des champs (égal, différent, supérieur, inférieur, etc.) ; conditions topologiques (position, distance à la sélection).

Pour effectuer une sélection attributaire, il est possible d'utiliser la table attributaire ou de cliquer sur « Sélection -> Sélection selon les attributs... ». Dans les deux cas la boîte de dialogue est similaire. Néanmoins, dans le second cas, il faut bien prêter attention à la couche sur laquelle s'applique la sélection.

Il est possible de sauvegarder une requête en appuyant sur « Enregistrer... ». Cette requête peut à tout moment être appelée en cliquant sur « Charger... ».

Cette sélection attributaire s'appuie sur une requête SQL pour laquelle le début de la requête est défini : « SELECT \* FROM la\_couche\_concernée WHERE : ». Il convient alors d'écrire la suite de la requête comme ci-dessous si vous cherchez une valeur précise. N'oubliez pas de préciser s'il s'agit d'une nouvelle requête ou si celle-ci vient s'ajouter à la précédente.



**Figure 10 :** Ecriture des conditions d'une requête. Pour des valeurs numériques, les guillemets doivent être retirés. Cette requête sélectionne le département de l'Ain.

#### Exercices :

- 1) Dans la couche « Département », sélectionnez les départements de plus d'un million d'habitants, puis créez un fichier « shp » à partir de cette sélection. Combien d'habitants se concentrent au sein de ces départements ?
- 2) Combien de départements ont plus d'un million d'habitants et un taux d'étrangers supérieur à 12% ?
- 3) Dans la couche « IDF », sélectionnez les départements de l'Ile-de-France. Supprimez alors les autres départements de cette couche. Quelle est la superficie de l'Ile-de-France ?

L'outil « Sélectionner selon l'emplacement » permet de sélectionner des entités en fonction de leur position relative dans une autre couche. Par exemple, si vous voulez savoir combien d'habitations ont été touchées par une inondation, vous pouvez sélectionner toutes les habitations situées dans cette zone (dans les limites de l'inondation). Dans les faits, vous disposez d'une grande diversité de méthodes afin de sélectionner les entités d'une couche (points, lignes et polygones) qui avoisinent ou recouvrent les entités de la même couche ou d'une autre couche.

Pour sélectionner des objets selon leur emplacement, il faut aller dans « Sélection → Sélection selon l'emplacement ». Ensuite, il faut choisir le type de sélection à effectuer. Puis, il faut préciser la ou les couches cibles à partir desquelles les entités vont être sélectionnées. Enfin, il faut choisir la règle de relation spatiale à utiliser pour la sélection et la couche source à utiliser pour sélectionner les entités de la couche cible.

#### Exercices :

- 1) Sélectionnez les clients de la table « clients.txt » situés en Ile-de-France.
- 2) Sélectionnez les clients de la table « clients.txt » situés à moins de 250 km du Val-de-Marne. Combien sont-ils ?

#### ➤ Jointure et mise en relation

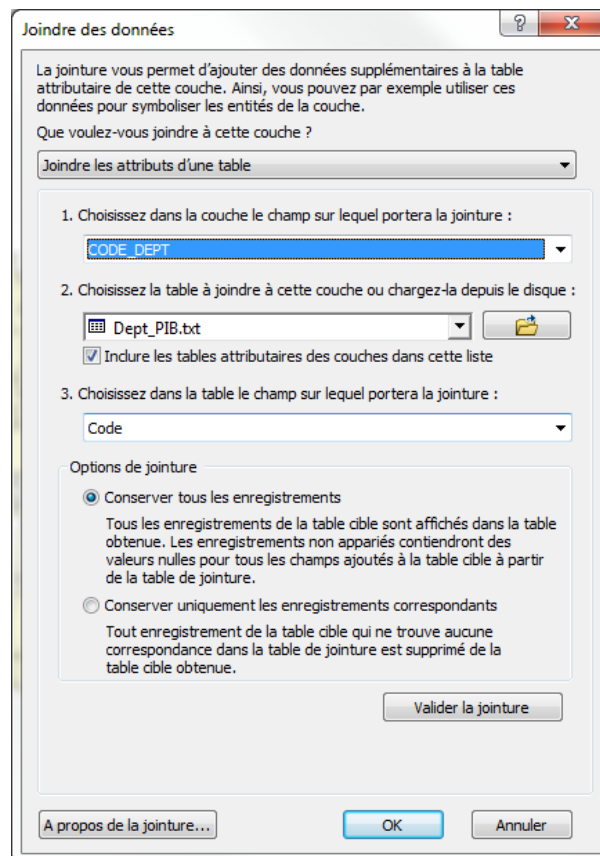
Une jointure permet de joindre des données provenant de deux sources différentes. Ces sources peuvent être simplement textuelles (tabulaires) ou vectorielles. Très souvent, ces jointures permettent d'ajouter des données attributaires à des entités géographiques. En règle générale, vous joignez une table de données à une couche en fonction de la valeur d'un champ présent dans les deux tables. Le nom de ce champ ne doit pas obligatoirement être le même contrairement au type de données qui doit l'être : vous joignez des nombres à des nombres, des chaînes à des chaînes...

Contrairement à la procédure de jointure, la procédure de mise en relation définit simplement un rapport entre deux tables. Les données associées ne sont pas annexées à la table attributaire de la couche, comme dans le cas d'une jointure, mais sont accessibles lorsque vous utilisez les attributs de la couche.

Pour effectuer une jointure « simple » dans ArcMap, le plus simple est d'effectuer un clic-droit sur la couche concernée, puis de cliquer sur « Jointure et relation → Joindre... ». Premièrement, il faut préciser si vous souhaitez utiliser une table déjà chargée dans ArcMap ou choisir une table extérieure. Ensuite, il faut préciser le champ qui sera utilisé pour effectuer la jointure au niveau de la couche concernée. Puis, il convient de préciser la table à joindre et bien entendu le nom du champ permettant d'effectuer la jointure.

Pour supprimer une jointure, c'est très simple, il suffit d'effectuer un clic-droit sur la couche concernée, puis il faut aller dans « Jointure et relation → Supprimer des jointures » pour sélectionner la jointure concernée par la suppression.

Si vous voulez enregistrer de façon permanente les données jointes avec les entités géographiques, exportez les données dans une nouvelle classe d'entités, cliquez avec le bouton droit sur la couche dans la table des matières, sélectionnez « Données », puis cliquez sur « Exporter des données ».



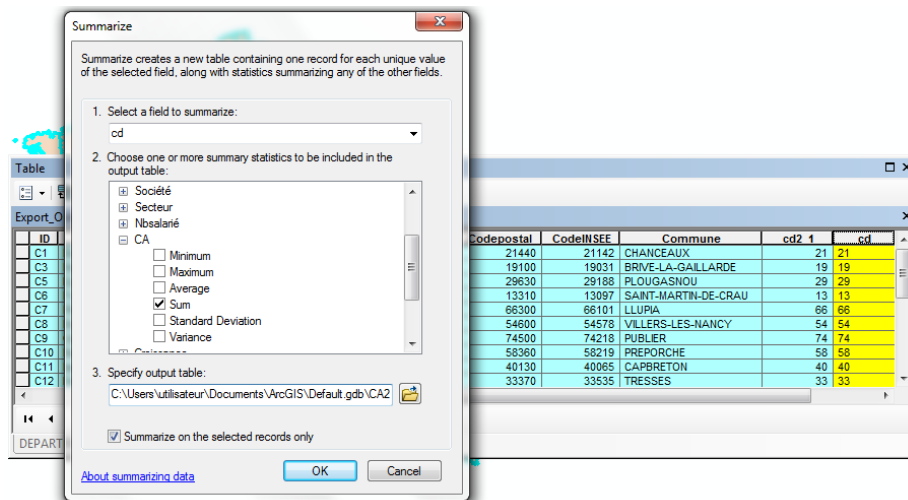
**Figure 11** : La boîte de dialogue « Joindre des données ».

Les mises en relation constituent le meilleur moyen d'associer des données qui ont une relation 1 – M (de type un vers plusieurs). Si vous essayez de créer une jointure sur une relation 1 – M, seule la première correspondance sera jointe (pas de moyenne, de somme, de max...).

Pour effectuer une mise en relation, cliquez avec le bouton droit sur le nom de la couche que vous souhaitez mettre en relation, allez dans « Jointures et relations → Mettre en relation » (vous pouvez également cliquer sur le bouton « Options » de la table attributaire). Choisissez le champ sur lequel portera la mise en relation, puis sélectionnez la table ou la couche à mettre en relation. Choisissez dans la table « reliée » le champ sur lequel portera la relation. Saisissez le nom de la relation. Cliquez sur OK.

Vous devez établir un rapport avant d'accéder aux enregistrements « reliés ». Pour cela, ouvrez la table attributaire pour laquelle vous avez établi une mise en relation. Sélectionnez les enregistrements de la table pour laquelle vous voulez afficher les enregistrements « reliés ». Cliquez sur le bouton « Tables reliées », puis sur le nom de la mise en relation à laquelle vous souhaitez accéder. Une nouvelle table apparaît, avec l'ensemble des éléments qui ont pu être mis en relation.

Dans une même continuité, lors d'une relation 1 – M, il est souvent pertinent de synthétiser (d'agréger) les résultats. Pour cela, sélectionnez le champ ayant servi à la mise en relation et cliquez sur « Résumer... » (Summerize...). Pour chaque champ, vous pouvez alors choisir un mode d'agrégation des valeurs.



**Figure 12** : La boîte de dialogue permettant de synthétiser les résultats d'une mise en relation. En jaune, la colonne ayant permis la mise en relation de la table.

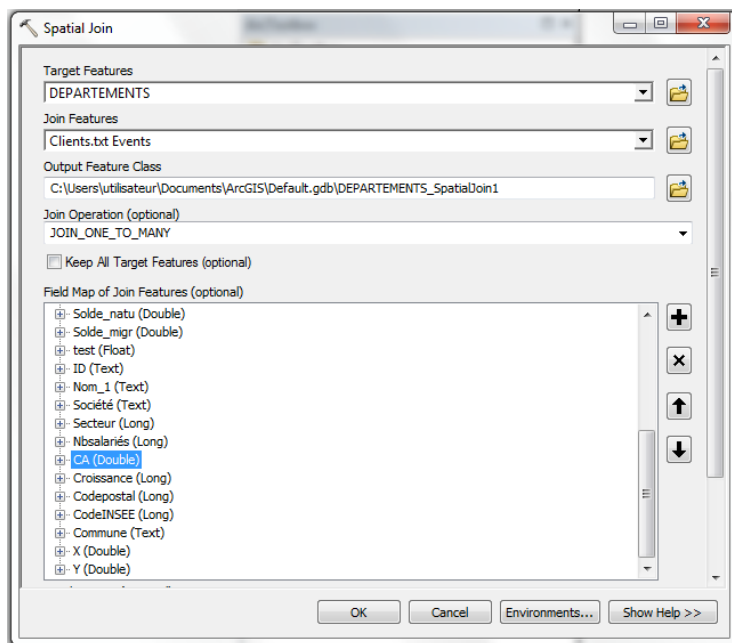
### Exercices :

- 1) Joindre la table « PIB.txt » à la couche « Departements ». Quel est le département possédant le PIB par habitant le plus important ?
- 2) Mettre en relation la table « Clients2.txt » avec les départements. Quel département concentre les clients au plus fort CA ?
- 3) Pourquoi a-t-on choisi de joindre la table « PIB.txt » à la couche « Departements » alors qu'ensuite on a mis en relation les clients de la table « Clients2.txt » à cette même couche ?

### ➤ Commencer le géotraitement

L'intérêt d'une carte réside parfois moins dans ses couches prises individuellement que dans les relations pouvant exister entre les entités de ces couches. La jointure spatiale consiste alors à joindre les attributs de deux couches en fonction de l'emplacement de leurs entités. En joignant deux tables par la mise en correspondance des valeurs attributaires d'un champ, la jointure spatiale a pour effet d'ajouter les attributs d'une couche à une autre. Il est ensuite possible, avec les informations résultantes, d'interroger les données de façon nouvelle. Bien que vous puissiez aussi sélectionner les entités en fonction de leur emplacement par rapport à d'autres couches, la jointure spatiale assure une association plus durable entre les deux couches liées dans la mesure où elle crée une couche nouvelle consignant les deux ensembles d'attributs.

Pour effectuer une jointure spatiale, allez dans « Géotraitement → ArcToolbox → Analyse → Superposition → Jointure spatiale ». Définissez la couche cible sur laquelle effectuer la jointure. Choisissez ensuite la couche qui va être jointe (au format « shapefile » c'est mieux). Définissez où sauvegarder le résultat de cette union. Précisez si cette jointure est 1 – M ou pas. Enfin, à l'aide d'un clic-droit sur les champs disponibles, cliquez sur « Propriétés » et choisissez un opérateur pour l'agrégation.



**Figure 13 :** La boîte de dialogue d'une jointure spatiale


#### Exercices :

- 1) Joindre la couche « Clients » de la table « clients.txt » à la couche « Departements ». Quel département concentre les clients au plus fort CA ?

Les outils SIG les plus couramment utilisés automatisent des tâches qui étaient auparavant effectuées manuellement, par exemple : compiler de nouvelles cartes en les superposant, découper physiquement des cartes en morceaux représentant des zones d'étude spécifiques, modifier leur projection. Pour effectuer ces différentes tâches, ArcMap propose différentes « Toolbox » (boîtes à outils).

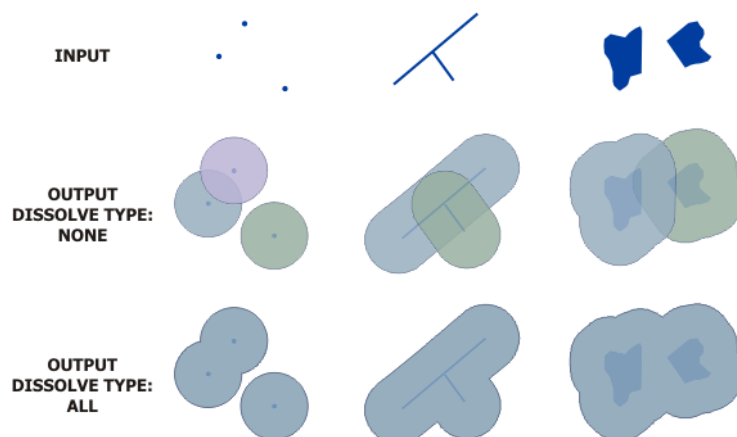
La boîte à outils « Analyse » contient un ensemble d'outils destinés aux opérations SIG les plus fondamentales. Ces outils permettent de réaliser des superpositions, de créer des « zones tampons » (Buffers), d'effectuer des calculs statistiques, d'effectuer des analyses de proximité. Une zone tampon permet par exemple de créer des objets linéaires ou surfaciques dont la géométrie est définie par un rayon à préciser par rapport aux objets sélectionnés.

La boîte à outils « Data Management » fournit des outils nombreux et variés permettant de développer, de gérer et de maintenir des classes d'entités, des jeux de données, des couches et des structures de données raster. C'est, avec la boîte à outils « Analyse », la boîte à outils de base d'ArcMap. Par exemple, diverses statistiques permettent de récapituler ou de décrire les attributs des entités qui sont agrégées avec l'outil « Fusionner ». La statistique utilisée pour récapituler les attributs est ajoutée à la classe d'entités en sortie sous forme d'un champ unique répondant à la norme d'attribution de nom suivante : type de statistique + trait de soulignement + nom du champ en entrée. Par exemple, si la statistique SUM est appliquée à un champ nommé 'POP', le champ de sortie portera le nom de "SUM\_POP".

Vous pouvez ouvrir la fenêtre ArcToolbox à l'aide du bouton Afficher/Masquer la fenêtre ArcToolbox  qui se trouve dans la barre d'outils « Standard » ou en sélectionnant « Géotraitement → ArcToolbox ».

Pour créer une zone tampon (Buffer), il faut aller dans l'ArcToolbox « Analyse → Proximité → Zone tampon ». Ensuite, il faut préciser la couche à partir de laquelle les zones tampons seront réalisées, puis la couche dans laquelle seront sauvegardées les zones tampons. *In fine*, il est possible de déterminer la taille des « Buffers » : taille unique pour tous les objets ou une taille variable selon les valeurs d'un champ. N'oubliez pas de préciser si vous souhaitez que les buffers se « recouvrent » ou se « regroupent ».

Pour fusionner (agréger) des entités en se fondant sur les valeurs d'un champ, il est possible d'utiliser l'ArcToolBox « Gestion des données → Généralisation → Fusionner » (Data management tools → Generalization → Dissolve). Dans la cellule d'entrée, il faut indiquer la couche sur laquelle porte la fusion, puis il faut préciser le nom de votre classe d'entités en sortie et son emplacement à l'aide de l'icône « Parcourir ». Ensuite, le plus important est de bien cocher le champ servant à la fusion des entités.




**Figure 14 :** Regroupement ou superposition des zones tampons (Buffers).



### Exercices :

- 1) Dans la couche « IDF », regroupez les départements de l'Ile-de-France. Quelle est la population de l'Ile-de-France ?
- 2) Créez une couche « Regions ».
- 3) Créez un « Buffer » de 20 mètres autour des stations de métro parisiennes. Nommez cette couche « Metros\_surface ».
- 4) Créez un autre « Buffer » de 500 mètres autour des cours d'eau. Nommez cette couche « Zone\_inondable ».
- 5) Déterminez le nombre de stations de métro en zone inondable. Pouvons-nous obtenir des résultats différents ?
- 6) Créez une couche correspondant à la ville de Paris, puis en utilisant l'outil « Effacer », déterminez la superficie non inondable de Paris.
- 7) En utilisant l'outil « Intersection », retrouvez les stations de métro en zone inondable.

ModelBuilder est une application permettant de créer, modifier et gérer des modèles. Les modèles sont des « workflows » (des processus) qui permettent de concaténer des séquences d'outils de géotraitement en utilisant la sortie d'un outil dans un autre outil. ModelBuilder peut être comparé à un langage de programmation visuel de création de « workflows ».



Vous pouvez ouvrir ModelBuilder à l'aide du bouton  qui se trouve dans la barre d'outils « Options ». Une interface s'ouvre pour créer votre modèle.

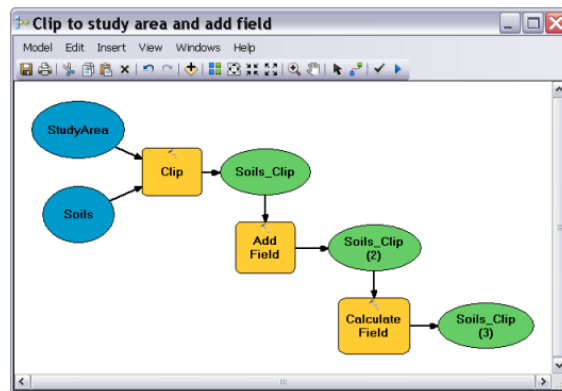
Pour ajouter à votre modèle un outil de la Toolbox (comme une zone tampon par exemple), il est tout simplement possible de faire un cliquer-glisser de la Toolbox vers l'interface de ModelBuilder. Cela ajoute au modèle l'outil et la variable de sortie.

Pour spécifier les paramètres d'un outil utilisé par le modèle, il faut double-cliquer sur l'outil en question. La boîte de dialogue correspondante s'ouvre permettant d'ajouter les paramètres nécessaires au bon fonctionnement l'outil. Cette boîte de dialogue est identique à celle appelée depuis la Toolbox.

Une fois tous les paramètres des outils spécifiés, le modèle est prêt à être exécuté. Dans le menu ModelBuilder, cliquez sur « Modèle → Exécuter un modèle entier ».

**Attention,** avant d'exécuter le modèle, sélectionnez la variable (ou les variables) à afficher. Cliquez dessus avec le bouton droit, puis cliquez sur l'option « Ajouter à la carte ».

Pour enregistrer votre modèle, cliquez sur l'icône  de la barre d'outils ModelBuilder et accédez à C:\ModelBuilder. Cliquez sur l'icône « Nouvelle boîte à outils »  dans la fenêtre de navigation. Une boîte à outils, portant un nom par défaut, est ajoutée à l'espace de travail. Renommez-la en MyTools.tbx.



**Figure 15** : Exemple d'un modèle dans « ModelBuilder ».

#### Exercices :

- 1) Automatisez la procédure permettant de déterminer les métros situés en zone inondable