

Geographic Information Technology Training Alliance (GITTA) presents:

Perception de l'espace et modélisation

Responsable: Dominique Schneuwly, Regis Caloz

Table des matières

| | |
|---|----|
| 1. Perception de l'espace et modélisation | 2 |
| 1.1. Termes et définitions | 3 |
| 1.1.1. Espace géographique | 3 |
| 1.1.2. Perception et modélisation | 3 |
| 1.1.3. Focale d'observation | 3 |
| 1.2. De la réalité à ses représentations | 6 |
| 1.2.1. Notion de modèle et de système | 6 |
| 1.2.2. Catégorie de modèles | 7 |
| 1.2.3. Les outils de modélisation | 8 |
| 1.3. La modélisation cartographique | 9 |
| 1.3.1. La carte | 9 |
| 1.3.2. Pour en savoir plus... | 9 |
| 1.4. Les modèles d'appréhension de l'espace | 10 |
| 1.4.1. Processus cognitif : perception et abstraction | 10 |
| 1.4.2. Phénomènes discrets et continus | 10 |
| 1.5. Exercices | 12 |
| 1.6. Glossaire | 13 |
| 1.7. Bibliographie | 14 |

1. Perception de l'espace et modélisation

Dans cette leçon, nous abordons les questions suivantes: Qu'est-ce qu'on appelle phénomène spatial? Comment passer de la réalité perçue à ses représentations? A l'origine, il y a la carte... Quelles sont les modèles à notre disposition pour appréhender l'espace?

1.1. Termes et définitions

Espace géographique, territoire, phénomènes spatiaux, perception, abstraction, modélisation spatiale, focale d'observation... Autant de termes à aborder avant d'entrer en matière!

1.1.1. Espace géographique

Quand on parle d'espace géographique, on parle d'une portion de la surface terrestre. Le territoire ou site d'étude est un espace géographique circonscrit par des limites politico-administratives.

Un phénomène spatial peut être défini comme une portion de la biosphère. On distingue les phénomènes topographiques tels que les objets physiques (routes, rivières, bâtiments, etc.), les frontières administratives, les noms, etc., les phénomènes environnementaux tels que la végétation, la couverture du sol, l'eau, la température, la géologie, le climat, etc. et les phénomènes sociaux tels que les frontières politiques, la population, l'urbanisme, etc.

1.1.2. Perception et modélisation



Chacun perçoit la réalité différemment. Ainsi chacun en observant un territoire va en fournir une description ou une représentation différente. Bien entendu, en Sciences de l'Information Géographique, la représentation fournie du territoire doit être fonctionnelle, c'est-à-dire utilisable dans un logiciel SIG¹ de manière à pouvoir être exploitable pour la cartographie ou l'analyse. Ce processus est appelé modélisation spatiale. La modélisation est le processus de simplification abstraction d'une part de la réalité pour en fournir une représentation simplifiée exploitable par des SIG.

1.1.3. Focale d'observation

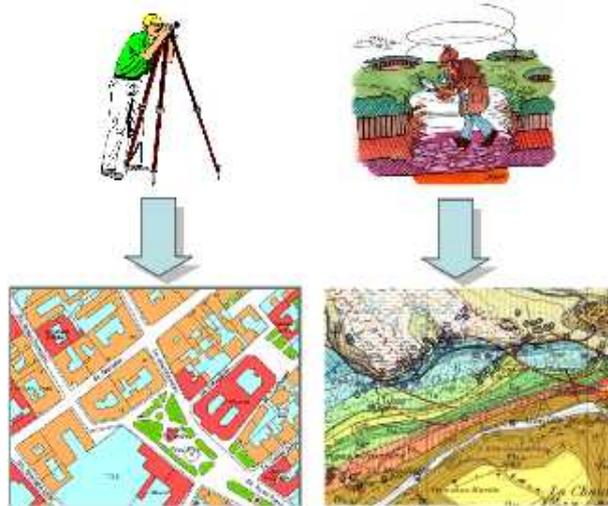
Nous verrons par la suite que le même territoire pourra alors être représenté d'autant de manières différentes que de besoins déclinés selon le point de vue du spécialiste qui modélise. On s'intéressera aux différents phénomènes spatiaux selon la focale d'observation définie par :

- **la spécialité et les besoins**

Par exemple, le service du cadastre pour le calcul de l'impôt s'intéresse principalement aux bâtiments

¹ SIG --> Système d'Information Géographique

et aux limites des parcelles des propriétés. Le géologue va dresser une carte géologique des changements de nature de roche. Ou encore l'aménageur du territoire lui va focaliser sur les changements de catégories d'utilisation de l'espace.



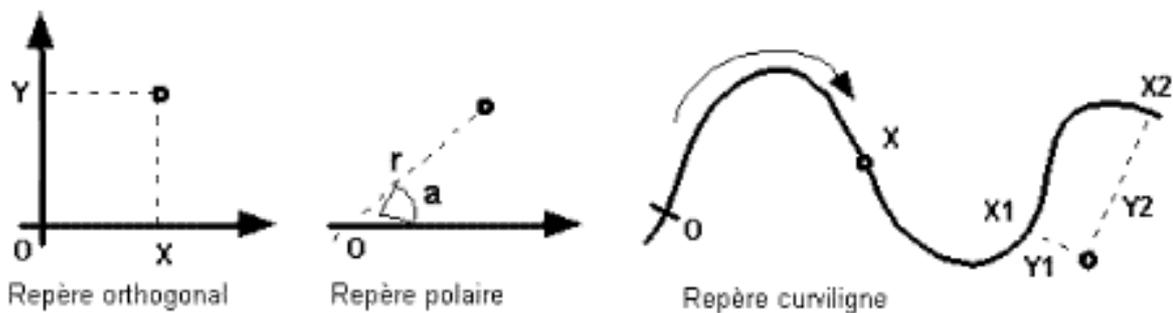
La perception de l'espace varie selon le métier.

- **les propriétés**

Les objets et phénomènes spatiaux sont caractérisés par des propriétés : spatiale (localisation, orientation, étendue, forme, relations de voisinage, ...), thématique (débit d'une rivière, prix du terrain, ...), temporelle et dynamique (date de construction, de saisie, de démolition, ...). Ces caractéristiques doivent être mesurées sur des échelles bien définies, de manière à ce que les valeurs mesurées puissent être comparées.

- **le repère spatial**

La composante spatiale peut être mesurée sur un système de coordonnées qui constitue un repère spatial **orthogonal** (X, Y et éventuellement Z) pour décrire une situation dans le plan ou l'espace, **polaire** utilisé par les topographes, **curviligne** pour décrire une situation le long d'un objet linéaire (Ex : réseau routier, galerie technique...). Les repères se caractérisent par leur dimension : 1 D (Ex. : base de données routières), repère 2 D (Ex. : SIT 2.5 D), repère 3 D (Ex. : construction mécanique).



- **le rapport d'échelle d'observation**

Une carte constitue un *modèle*² (localement) homothétique à l'espace géographique qu'elle représente. Les échelles de mesure de la composante spatiale de la carte et de la réalité sont donc dans le même rapport d'homothétie, que l'on appelle rapport d'échelle. Généralement, on abrège l'expression "rapport d'échelle" par le seul mot "*échelle*"³... faisant fi des ambiguïtés ainsi suscitées! L'échelle

² Un modèle : une réduction contrôlée de la réalité.

³ échelle : L'échelle est le rapport entre la distance mesurée sur la carte et celle correspondant dans la réalité.

cartographique est le rapport entre les distances mesurées sur la carte et les distances mesurées sur le terrain : le 1:100'000 est une échelle plus petite que le 1:1'000. L'échelle d'observation, de modélisation ou de perception est la résolution ou niveau de détail ou granularité définie par la séparabilité de deux états voisins d'un phénomène. Elle se rapporte tant à la dimension spatiale qu'à toute information acquise sur le phénomène. Elle s'exprime dans une gamme d'échelles cartographiques. Un niveau de détail de 10 mètres terrain correspond à un intervalle d'échelle du 1:5'000 au 1:15'000.

1.2. De la réalité à ses représentations

Nous tentons ici de comprendre comment passer de l'observation d'un espace à sa représentation, ce qu'est un modèle, un système et quels sont les catégories de modèles à notre disposition?

1.2.1. Notion de modèle et de système

Une analyse d'une portion du territoire marquée par la présence de l'homme, même lorsqu'elle est superficielle, en révèle la complexité. En effet, il est fréquent que l'on trouve associées sous un regard des maisons d'habitation, des zones cultivées, des portions de forêt ainsi que des infrastructures routières. Il n'est guère possible de procéder à un inventaire exhaustif de tous les objets présents et de percevoir toutes leurs relations. Devant cette difficulté, les scientifiques réduisent la complexité par la conception d'un modèle qui ne retient que les éléments jugés essentiels pour conserver une compréhension du phénomène étudié.



Un modèle est en général finalisé dans la mesure où il est conçu pour satisfaire des objectifs préalablement fixés. Un modèle du territoire dépend fortement du regard disciplinaire : géologue, hydrologue, aménagiste perçoivent et décrivent l'espace géographique de manière différente. Les SIG s'attachent à décrire une portion de l'espace géographique par l'inventaire des éléments stables, de leurs relations pour la compréhension de son fonctionnement. Le modèle produit est censé rendre cohérentes les diverses représentations de la réalité. Les objets de l'espace géographique ne sont pas indépendants. Ils interagissent entre eux par la dynamique des phénomènes naturels ou par action de l'homme. Ils forment donc un système. La fidélité du modèle à la réalité repose sur une approche systémique lors du processus de modélisation. Il s'agit ainsi de saisir la réalité par ses composants et par leurs interrelations.



Le système de géomanagement proposé par O. Cogels basé sur la structure d'un système selon Walliser. (Cogels O. 1995)

Le processus de modélisation est lui-même complexe et dépend fortement des personnes. Les étapes principales à parcourir peuvent se résumer de la manière suivante :

- Appréhension globale de l'espace géographique par la sélection des éléments jugés importants,
- Identification des éléments significatifs en leur affectant un nom,
- Identification des relations existantes entre les éléments,
- Déterminations des propriétés des éléments et de leurs relations.

1.2.2. Catégorie de modèles

Modèle descriptif

Un modèle décrit un système par son état et par son évolution prévisible. Selon le poids accordé à l'un ou à l'autre, le modèle est descriptif ou prédictif. Le modèle descriptif est une sorte de photographie de la réalité. Celle-ci est décrite dans l'état où elle se présente à une période donnée. On suppose que les éléments retenus n'évoluent que très lentement. Lorsque la réalité aura évolué rendant son modèle caduc, on procèdera à la mise à jour du premier modèle.

Les SIG appartiennent à cette catégorie.

Modèle prédictif

Un modèle prédictif s'attache à décrire l'évolution d'un phénomène de manière à pouvoir prédire un état futur à partir d'un état initial connu. Il s'applique généralement à des phénomènes à évolution rapide dans le temps et l'espace. Sa mise en œuvre repose sur une expression mathématique liant les variables significatives. On connaît plusieurs types de modèle prédictif.

- Modèle dit boîte noire (Le comportement du système est décrit dans sa globalité uniquement par les relations entre variables d'entrée et celles de sortie. Par exemple, le comportement d'un bassin versant est décrit par la relation entre l'événement pluvieux et le débit observé à l'exutoire.)
- Modèle à base physique (basés sur des équations analytiques)
- Modèle stochastique (les résultats qu'il produit reposent sur des hypothèses de probabilité)

Les scénarios

Un modèle prédictif intermédiaire est illustré par la notion de scénario. Il existe des situations pour lesquelles il est impossible de se prévaloir d'observations, de mesures précises. Les études d'impacts relatives à la construction d'ouvrages importants tels qu'une autoroute en sont une illustration. Il n'existe pas de modèles suffisamment généraux, c'est-à-dire indépendants d'un lieu donné ou d'une époque pour formuler l'évolution des zones environnantes. L'évolution sera probablement lente et dépend de nombreux facteurs qui ne sont pas prévisibles lors de la construction. On se contente alors de décrire une ou plusieurs évolutions que des experts jugent plausibles de se produire, se basant sur leur intuition, elle-même alimentée par une vaste connaissance de situations similaires.

1.2.3. Les outils de modélisation

Quels sont nos moyens pour modéliser la réalité, pour en exprimer des représentations? La modélisation de l'Espace géographique fait appel à tous ces types de modélisation tant les situations à décrire sont complexes et diverses:

- la représentation graphique: le croquis, l'image, le plan, les symboles graphiques ont été et sont encore à des degrés divers des modèles d'une réalité. Ils présentent l'avantage de permettre une appréhension synthétique du message. La modélisation cartographique est évoquée dans l'unité suivante. La conception des cartes est développée dans le module BPR.
- L'expression écrite : Que la description soit de type sobre et rationnel ou poétique, la description d'un lieu, d'un phénomène par un texte représente encore le moyen le plus répandu pour transmettre à autrui les caractéristiques observées retenues.
- Les sciences physiques ont apporté la modélisation analytique. Les variables physiques sont représentées par des symboles et les phénomènes sont décrits par une combinaison de variables liées par des opérateurs mathématiques.

Notons encore qu'une modélisation répond toujours à une finalité exprimée ou non. Dans quel but la modélisation est-elle réalisée? Pour quelles applications? Même si les SIG ont une vocation interdisciplinaire, ils n'échappent pas à cette règle. Il est donc impératif de l'explicitier. Dans le cas de ce module, l'objectif est d'appréhender le processus de modélisation sur un plan fondamental, quelque soit l'objectif.



Seulement les images peuvent être représentées dans la version PDF! Les flashes etc. ne sont visibles que dans la version en ligne et sont remplacés en partie par des images d'écran. [link]

1.3. La modélisation cartographique

Ce que nous connaissons traditionnellement, ce sont les cartes thématiques. Ce sont des représentations graphiques du monde réel qui nous permettent de localiser les phénomènes qui nous intéressent. Cette unité traite de la modélisation cartographique qui est la représentation la plus courante et la plus efficace pour modéliser l'espace géographique jusqu'à l'avènement des SIG.

1.3.1. La carte

Selon la discipline, les cartes présentent différents contenus thématiques : la topographie, les réseaux routiers, les catégories d'occupation du sol, les unités de végétation, la géologie, etc... Les fonctions principales d'une carte sont:

- La reconnaissance d'un lieu
- La représentation spatiale d'objets ou de classes d'objets
- Représentation d'inventaires thématiques et leur distribution spatiale
- Représentation de phénomènes dynamiques au moyen de signes (direction d'écoulement de nappe phréatique, de vents dominants, etc.)

La carte est un modèle de la réalité privilégiant la représentation géométrique des objets ou des catégories d'objets. La logique d'une carte est graphique et sémiologique. La précision de la représentation géométrique des objets dépend de l'échelle cartographique choisie. Toute l'information est sur la carte et dans la légende qui l'accompagne.



Seulement les images peuvent être représentées dans la version PDF! Les flashes etc. ne sont visibles que dans la version en ligne et sont remplacés en partie par des images d'écran. [link]

1.3.2. Pour en savoir plus...

Reportez vous au cours sur la présentation cartographique qui vous livrera tous les secrets des cartes.

1.4. Les modèles d'appréhension de l'espace

Cette unité présente les deux modes d'appréhension de l'espace en introduction à la modélisation numérique de l'information spatiale :

- l'objet pour les phénomènes discrets,
- l'image pour les phénomènes continus.

1.4.1. Processus cognitif : perception et abstraction

De par sa définition, un SIG est un modèle d'information. Mais quelles sont les structures et quels sont les contenus possibles de ce modèle? Rappelons que l'espace géographique est perçu au travers des objets spatiaux, de la distribution spatiale des phénomènes, des processus et de leur dynamique tant spatiale que temporelle. La seule distribution spatiale nous conduit à identifier des phénomènes à distribution discrète tels un bâtiment, une forêt, un segment de cours d'eau et d'autres à distribution continue.

1.4.2. Phénomènes discrets et continus



Seulement les images peuvent être représentées dans la version PDF! Les flashes etc. ne sont visibles que dans la version en ligne et sont remplacés en partie par des images d'écran. [link]

L'objet

Un phénomène discret peut être circonscrit par ses limites. Il constitue de ce fait un objet géographique. La structure du système d'information qui lui correspond tend donc à reproduire cette perception. On l'appelle pour cette raison l'approche objet.

Un objet spatial est une portion délimitée de l'espace possédant une propriété thématique unique. Une fois ces objets définis, il est possible de les caractériser par des propriétés relatives à d'autres thèmes ; par exemple caractériser une unité administrative prédéfinie par son contenu démographique (nombre d'habitants), géologique, végétal, etc...

L'image

En revanche, un phénomène continu tel l'altitude, l'humidité, la température de surface n'est pas identifiable comme un objet occupant une surface donnée sur le territoire. Il se représente soit par des isolignes, soit par la valeur mesurée en des endroits particuliers de manière à rendre compte des variations de ses propriétés dans l'espace. Les isolignes offrent une bonne appréhension visuelle de la variation spatiale du phénomène, cependant l'information qu'elles fournissent est souvent fortement appauvrie par le pas des intervalles de valeurs choisis. Il paraît plus judicieux de représenter une variable continue de l'espace par les valeurs qu'elle prend selon la structure d'une grille régulière. On partitionne l'espace en un nombre fini d'éléments et on assigne à chacun ses propriétés spécifiques.

Ce mode de discrétisation conserve davantage de nuances sur la variabilité spatiale et offre beaucoup d'avantages pour les traitements numériques. (voir le cours d'analyse spatiale). La structure de l'information en grille à maille régulière est similaire à celle d'une image numérique produite par un radiomètre à balayage. Par analogie, cette manière de procéder est souvent dénommée approche image ou raster si l'on

tolère l'anglicisme.

L'approche image ou raster n'est pas réservée aux seules variables continues. L'information associée à une maille peut représenter également son contenu thématique comme l'occupation du sol. Dès lors que l'on a sélectionné les objets spatiaux ou la taille des mailles, on s'attache à les observer pour déterminer leurs propriétés. Chaque portion de l'espace concernée devient ainsi une unité d'observation, concept traité dans la leçon 3 sur l'information spatiale et ses propriétés.

1.5. Exercices



Voici une image d'une région. Si vous étiez tour à tour Hydrologue, Aménagiste du territoire, Promoteur immobilier ou Ingénieur des routes, vous n'accorderiez pas la même importance aux informations que vous percevez dans cette image. Mettez vous par groupe afin de réfléchir aux points suivants.

1. Lister les phénomènes spatiaux que vous distinguez selon le métier.
2. Imprimez l'image et détourez les phénomènes
3. Commentez les. Indiquez les propriétés importantes pour chacun des métiers.
4. Parmi les phénomènes perçus, distinguez les phénomènes discrets des phénomènes continus.
5. Quels sont les phénomènes qui sont en commun entre ces différents points de vue métier?

SOLUTION

La solution aux questions sera discutée lors du prochain cours.

1.6. Glossaire

échelle:

le rapport entre les distances mesurées sur la carte et les distances mesurées sur le terrain

GIS:

SIG --> Système d'Information Géographique

model:

Un modèle : une réduction contrôlée de la réalité.

scale:

échelle : L'échelle est le rapport entre la distance mesurée sur la carte et celle correspondant dans la réalité.

1.7. Bibliographie

- COGELS O., FERRIÈS B., 1995. Méta-données et géomanagement. *SIG et Télédétection*, 14, 9.