

## SISTEMELE INFORMAȚIONALE GEOGRAFICE (SIG) - INSTRUMENTE MODERNE DE LUCRU IN GEOGRAFIE

(Les Systemes Informationels Géographiques (SIG) - Instruments modernes de travail en Géographie.)

Adrian GROZAVU

Apariția **Sistemelor Informaționale Geografice (SIG)** datează de la sfârșitul anilor 60, când a început întocmirea unor vaste baze de date, prin gruparea de serii statistice din numeroase domenii. Printre pionierii în materie se numără R. Tomlinson care, în 1967, a întocmit "*Inventarul informatizat al teritoriului Canadei*" pentru necesitățile ministerului agriculturii din această țară.

Prin urmare, vocația primordială a SIG - urilor a fost aceea de gestionare, de ameliorare a posibilităților de consultare și de aducere la zi a acestor baze de date, de aici și denumirea lor de **Sisteme de Gestionare a Bazelor de Date (SGBD)**.

Dacă primele produse de acest gen nu erau decât interminabile tabele de cifre sau grafice prost întocmite, acumulate pe "imprimantele de listing", după 1980, grație progreselor considerabile realizate în domeniul informaticii grafice, SGBD-urile au trebuit să se adapteze și gestionării datelor grafice și, desigur, relațiilor dintre acestea și datele non-grafice. În felul acesta au apărut SIG-urile.

Un SIG poate fi definit ca un ansamblu de date de origini variate, reperate în spațiu, stocate pe suport informatic și structurate de așa manieră încât să permită extragerea comodă a sintezelor utile unei anumite decizii (Y. Guenmond, 1992) sau, mai simplu, un pachet de programe care transpune în limbajul calculatorului un algoritm geografic.

El este alcătuit în linii generale din 3 elemente:

- un sistem documentar, adică o bază de date geocodificate, cu perifericele lui de intrare (pentru introducerea datelor și pentru formularea întrebărilor) și sistemul de structurare a datelor;
- un sistem conceptual, adică programe de selectare, de tratare și de prelucrare a informațiilor;
- un sistem grafic, adică programe de reprezentare-vizualizare, cu perifericele lui de materializare a rezultatelor sub formă grafică;

Procedurile de transformări generale sau specifice constituie *software toolbox*-ul (programe de cutie), după cum îl numește J. Dangermond, părintele programului ARC-INFO<sup>1</sup>.

Primele SIG-uri erau destinate gestionării **rețelelor**, fapt extrem de necesar în domeniul lucrărilor publice (pentru care, de exemplu, o cartografie precisă și informatizată a diferitelor rețele subterane, cu indicarea naturii traseului și adâncimii acestora, este o problemă de cel mai strict interes), precum și stabilirea celui mai scurt drum în deplasările urbane, lucrări de optimizare a localizărilor, urmărirea unei difuzii într-o rețea, etc.

<sup>1</sup> ARC-INFO este considerat, pentru moment, ca fiind standardul mondial al SIG-urilor, dispunând de mai multe raii de funcționalități avansate ce pot fi grupate în următoarele mari categorii:

- intrare de date și modificări (plecând de la tabele de numerizat, prin scanarea și vectorizarea documentelor tipărite pe hârtie, prin introducerea de relevec de teren, etc.);
- conversie de date și integrare (pot fi recuperate și analizate fișiere în formate standard vectoriale sau raster, imagini ș.a.);
- funcționalități SIG de bază (proiecție cartografică, transformare de coordonate, afișare de imagini);
- instrumente de cerere și de afișaj complet (permit realizarea de analize spațiale sofisticate, crearea de reprezentări geografice semnificative);
- analiză spațială avansată (încrucișări de puncte, linii și poligoane, modelizare raster, analiza rețelelor și suprafețelor, modelizare liniară, etc.);
- gestionarea datelor geografice (permite administrarea bazelor de date de orice natură, local sau în lungul unor rețele, mono sau multi-utilizator);
- tipărirea datelor (permite imprimarea de hărți și documente de înaltă calitate, reprezentări în perspectivă, planuri, etc.).

Mult mai complexă a fost introducerea **suprafețelor**. Ele pot fi numerizate sub formă de puncte, printr-o baleiere a imaginii linie cu linie, caz în care este vorba de date **"raster"**, descifrarea fiind făcută de un **scanner**. Imaginile de teledetectie sunt un exemplu de date raster.

De asemenea, suprafețele pot fi descrise prin figuri geometrice (poligoane), caz în care se vorbește de date **"vector"**. Descifrarea este efectuată de data aceasta cu un **digitalizor** (aparatură urmărește contururile și înregistrează numai coordonatele punctelor care marchează sfârșitul fiecărui segment de dreaptă).

Informația ce constituie conținutul unui SIG poate fi divizată în învelișuri, în strate superpozabile, cu condiția ca fiecare să utilizeze aceeași bază de referință geografică (Fig. 1).

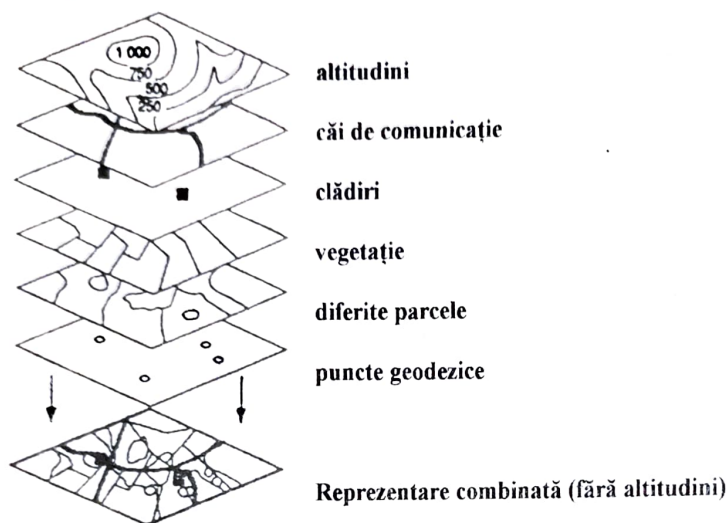


Fig. 1 "Straturile" de informație geografică

Efectuarea de legături în cadrul acestei informații "multi-strat" este adesea dificilă datorită eterogenității diferitelor date (imagini raster, date statistice, relevee punctuale, desene de contur, etc).

Elementul de bază al oricărui SIG îl constituie, în mod normal, învelișul altimetric. Pe baza curbelor de nivel sau a altitudinii punctelor, dispuse după o grilă regulată cu pas dat, se poate reconstitui suprafața topografică sau așa numitul **model numeric al terenului** (MNT). În regiunile pentru care ridicările de teren sunt insuficiente, se poate reconstitui un MNT pe baza imaginilor de teledetectie (cu condiția să dispunem de cupluri stereoscopice).

Combinarea MNT-ului și a unui alt înveliș de informație duce la obținerea unor foarte interesante hărți în trei dimensiuni (Fig. 2), însă suprapunerea diferitelor învelișuri este îngreunată de diferențele de natură dintre descriptorii geografici utilizați.

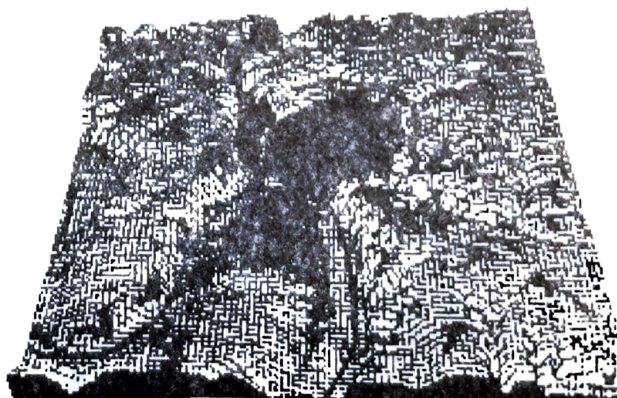


Fig. 2 Localizarea unei păduri pe un MNT

Diferitele caractere ale informației geografice pun probleme de stocaj iar rezolvarea lor diferă în funcție de cererile utilizatorului. Spațiul geografic fiind continuu, nu există decât modalități arbitrare pentru a decupa informația în fișiere care să fie ușor accesibile în cazul formulării unei cereri.

În practică nu se poate efectua decât un decupaj spațial (comune, județe, regiuni, țări) sau un decupaj tematic (parcele cadastrale, culturi, exploatări, etc.). Dacă se pune accent pe nivelul geografic, atunci la anumite cereri răspunsul devine imposibil de dat (de exemplu, stabilirea extensiei unei pânze freatice plecându-se de la o bază de date structurate pe comune). Dacă, din contră, se pune accent pe nivelul tematic, afișajul unei suprafețe pe ecran poate fi foarte lung, mai ales dacă se caută informația într-un număr foarte mare de învelișuri (natura solurilor, mărimea exploatărilor agricole, natura culturilor agricole, caracteristicile sociale, etc.).

SIG-urile încearcă să rezolve cât mai bine aceste probleme, dar rezultatele obținute nu pot atinge aceleași performanțe în diferitele condiții de cerere și de aceea fiecare utilizator trebuie să și-l alegă în funcție de nevoile sale cele mai curente.

Printre primele realizări ale SIG-urilor s-au numărat studierea problematicii impactului implementării unor obiective industriale și a alegerii siturilor acestora (în funcție de apropierea față de axele de transport, de prezența terenurilor de slabă valoare agricolă, de îndepărtarea față de zonele rezidențiale, etc.) precum și analiza extensiei urbane (în funcție de habitatul preexistent, de natura activităților agricole, de politicile comunale, etc.).

Experiența dobândită a dus astăzi la apariția mai multor caracteristici care le conferă acestora o utilitate complet nouă și fără egal. Astfel ele permit:

- stabilirea de cartografii rapide și selective (alegerea zonei, alegerea scării, alegerea obiectelor);

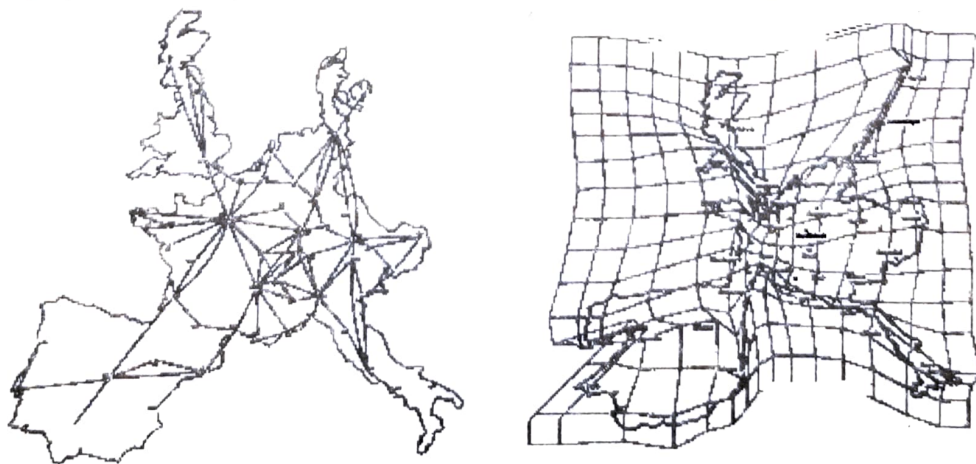
- reunirea într-un același sistem a datelor din surse diferite și posibilitatea de a le combina între ele;

- punerea în operă a proceselor de alegere spațiale interactive și mai ales, reacționarea rapidă după evenimente sau catastrofe cu impact asupra mediului;

- calcularea costurilor sau a beneficiilor asociate alegerilor, deciziilor sau altor evenimente;

- asocierea unui mare număr de parteneri în alegerea amenajării și studierea în cadru comun a problemelor și a propunerilor lor.

După S. Rimbart (1990), doar numai prin modelizare spațială se poate trece la aplicarea metodei experimentale și în domeniul geografiei umane, economice, ecologice, deci hărțile, în loc să fie reprezentări statice "pot fi determinate să se miște". În acest sens, ele pot suferi "presiuni" de ponderație localizată, deformându-se, provocând **anamorfoze** (adică suprafețele unităților spațiale devin proporționale cu "greutatea" sau "ponderația" care li se atribuie, Fig. 3).



**Fig. 3** Un exemplu de anamorfoză: efectul TGV-ului (tren de mare viteză) în perspectiva anului 2015 (în stânga - rețeaua TGV, în dreapta - efectul ei asupra timpului de parcurgere; se observă că orașele bine deservite se apropie, iar cele fără stații TGV, se îndepărtează, după C. Cauvin, 1990)

SIG-urile forțează geografii să vadă spațiul geografic ca fiind locul de întâlnire a planurilor de informații numerizate care pot fi combinate pentru a da răspunsuri, în sensul sistemic al termenului. Această idee de combinare a planurilor a condus, pe de o parte, la dezvoltarea *algebrei hărților* (pentru datele cantitative măsurabile și reperabile) și pe de altă parte, a *overlays*-urilor (pentru datele calitative nominale și ordinale).

**Algebra hărților** (Fig. 4) constă în a opera transformări de la hartă la hartă, de la hartă la imagine, de la imagine la imagine sau chiar de la hartă la matrice, în scopul obținerii de suprafețe rezultante noi. Este vorba, evident, de hărți și imagini digitale (numerizate în tabele de linii și coloane), corectate din punct de vedere geometric, pentru a avea același format.

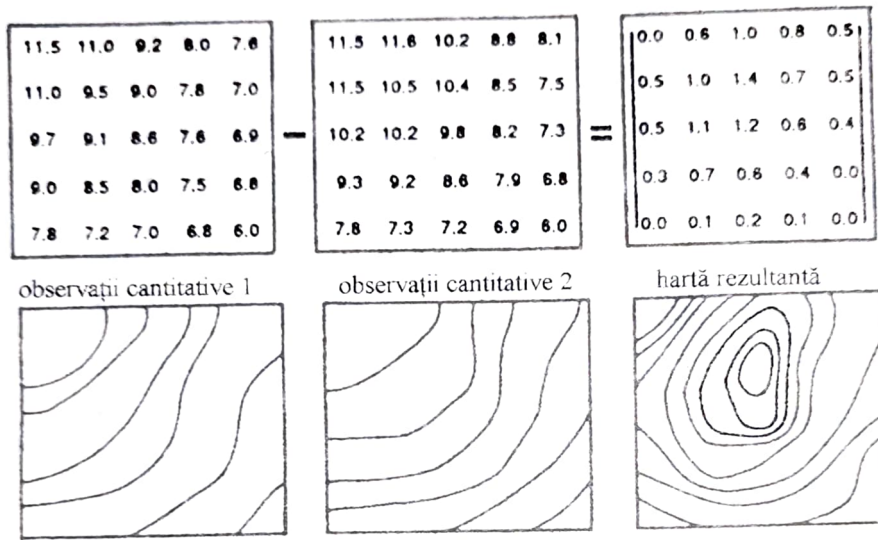


Fig. 4 Principiul algebrei hărților (sus - expresie numerică, jos - expresie grafică)

În acest sens, teledetecția satelitară, intim legată azi de cartografie și de SIG-uri, oferă un material deosebit de bogat. Prin periodicitatea înregistrărilor efectuate de captatorii sateliților circumpolari sau geostaționari și prin utilizarea metodelor de clasificare multidimensională, se obțin bune imagini asupra diferitelor zone ale suprafeței terestre, care pot fi ușor identificate și interpretate (tipuri de formațiuni geologice superficiale, mari accidente geologice, esențe forestiere, gradul de umiditate a solului, stratul de zăpadă, temperaturi diferite ale apelor marine și continentale, etc.).

**Overlays**-urile (Fig. 5) constituie rezultatul suprapunerii de planuri de informații calitative. În acest caz, faptele observate sunt traduse în criterii calitative și nu în valori ale variabilelor: ele sunt numerizate după scări nominale (prezență/absență = 0 sau 1) sau ordinale (pe rânduri sau după ponderații ordonate). De exemplu, calitatea litologică a unui afloriment geologic (nisip, banc de gresie, bloc de granit, etc) este codificată după criteriul "roca respectivă este prezentă sau nu" și nu după cel al "măsurării în kilograme".

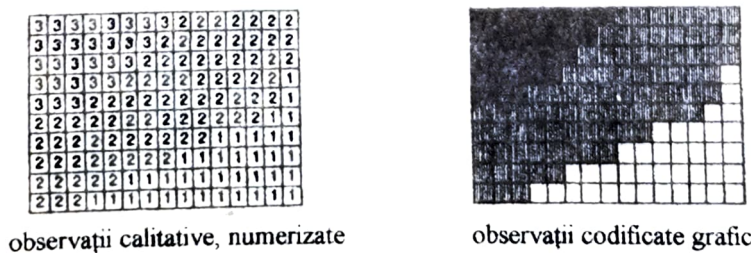


Fig. 5 Principiul "overlays" (o hartă a pantelor sub formă numerică și sub formă grafică)

- 1 - pantă zero
- 2 - pantă redusă
- 3 - pantă accentuată

Evident, asupra unor asemenea criterii nu se pot efectua operații aritmetice. Din contră, se poate proceda fie la numărarea frecvențelor aparițiilor, fie la trieri simple sau încrucișate (*unde se găsește x ? unde se găsesc atât x cât și y?*), fie la selectări în funcție de restricțiile impuse unei anumite utilizări.

În concluzie, geografilor sunt în mod particular interesați de posibilitățile de analiză spațială și de cele de modelizare, cât și de mijloacele de exprimare grafică a rezultatelor. Ei găsesc aici realizarea operațională a tuturor lucrărilor de geografie teoretică și cantitativă a ultimelor decenii. Nu numai că pot practica cu ușurință analize de formă (rețele, suprafețe, texturi), analize de date cantitative (statistici uni-variate și multi-variate), analize de date calitative (trieri simple și încrucișate de criterii ce au drept rezultat *overlays*-uri, corelații de tip Spearman, etc) dar, mai ales, ei pot introduce sau crea propriile lor modele de experimentare și de simulare, cognitive, normative, decizionale, previzionale (Walliser, 1977).

### Résumé

Les Systemes Informatiels Géographiques (SIG), définis comme ensembles de données d'origines variées, repérées dans l'espace, stockés sur support informatique et structurés de façon à permettre l'extraction commode des synthèses utiles à la décision (Y. Guermond, 1992), sont devenus aujourd'hui un instrument indispensable pour les géographes. Ils peuvent ainsi pratiquer facilement des analyses des formes (semis, réseaux, surfaces, textures), des analyses de données quantitatives (statistiques univariées et multivariées), des analyses de données qualitatives (très simples et croisées des critères qui aboutissent à des "overlays" etc) et surtout, ils peuvent importer leurs propres modèles d'expérimentation et de simulation, cognitifs, normatifs, décisionnels, prévisionnels.

### BIBLIOGRAFIE

**Brunet R.**, (1987) - *La carte, mode d'emploi*, Fayard/RECLUS, Paris.

**Guermond Y.**, (1992) - *Information, informatique et systemes d'information géographique*, Ed. Economica, Paris.

**Rimbert S.**, (1990) - *Carto-Graphies*, Hermes, Paris.

**Rimbert S.**, (1992) - *Géographie et cartographie*, Ed. Economica, Paris.

\* \* \* - ARC - INFO (1995), documentație tehnică.

Universitatea "Ștefan cel Mare" Suceava