

Charles SCHNEIDER

**RESUME** Présentation de déformations cartographiques fondées sur l'analyse des structures. Propriétés et différences avec les méthodes antérieures.

• DEFORMATION • FRANCE  
• METHODOLOGIE • STRUCTURE

**ABSTRACT** Presentation of cartographic deformations based on structures' analysis. Characteristics and differences compared with former methods.

• DEFORMATION • FRANCE  
• METHODOLOGY • STRUCTURE

**RESUMEN** Presentación de deformaciones cartográficas fundadas en el análisis de las estructuras. Propiedades y diferencias con los métodos anteriores.

• DEFORMACION • ESTRUCTURA  
• FRANCIA • METODOLOGIA

L'irruption de différentes méthodes de déformation dans le domaine de la cartographie thématique pose le problème de la définition de leur contenu et de sa transmission entre auteurs et lecteurs. Les déformations dont nous présentons ici une nouvelle version cartographique (1) sont celles qui utilisent une méthode de transformation empruntée aux calculs de structures.

Principe :

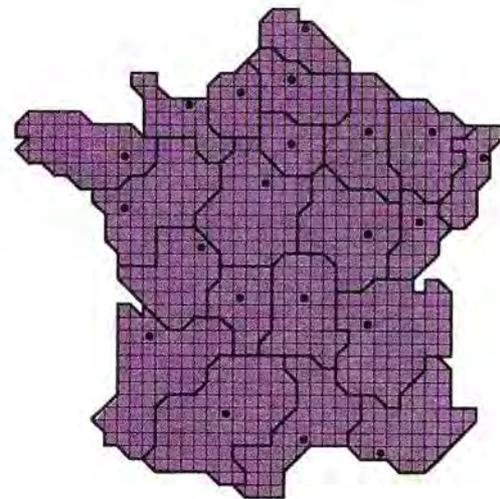
L'espace géographique y est représenté par une membrane plane constituée d'un ensemble d'éléments formant une trame régulière. Les données thématiques sont intégrées à cette structure maillée sous la forme de champs de forces qui engendrent des déplacements des noeuds de la trame. Lors de la mise en œuvre du processus cartographique le principe utilisé se singularise par le fait que c'est la géométrie même du plan XY, et non une variable d'élévation, qui va transcrire les données de contenu en termes de déplacements. Les cartes qui en dérivent sont « piézoplèthes » dans la mesure où elles restituent des configurations résultant de la transformation des données en pressions. Par leur règle d'affectation des contenus, et par leur aptitude à préserver l'ordre géographique inscrit dans la structure maillée, ces cartes diffèrent

- des anamorphoses de type géométrique où les transformations sont appliquées aux axes de coordonnées X,Y ou theta, R selon une fonction géométrique uniforme (2) ;

- des anamorphoses de type thématique, ou cartogrammes, qui sont obtenus par des procédés de construction discontinus qui modifient les surfaces en altérant la structure de l'espace.

Du point de vue cartographique cette nouvelle version se distingue des structures filaires présentées antérieurement sous le nom de Struct (3) par la diversification des modes d'utilisation, et par une présentation plus achevée (remplissage de surfaces, symboles, légende).

- A la variable géométrique représentant les déplacements des noeuds de la trame on peut superposer une variable redondante (intensité de teinte) représentant la surface des éléments.



### 1. France, maillage initial

- Le repérage est facilité par la représentation des limites d'unités géographiques et des centroïdes pour les chefs-lieux.

- Le tracé d'une légende appropriée explique l'utilisation des variables graphiques.

- Il est possible de différencier graphiquement une zone d'étude et une zone hors étude.

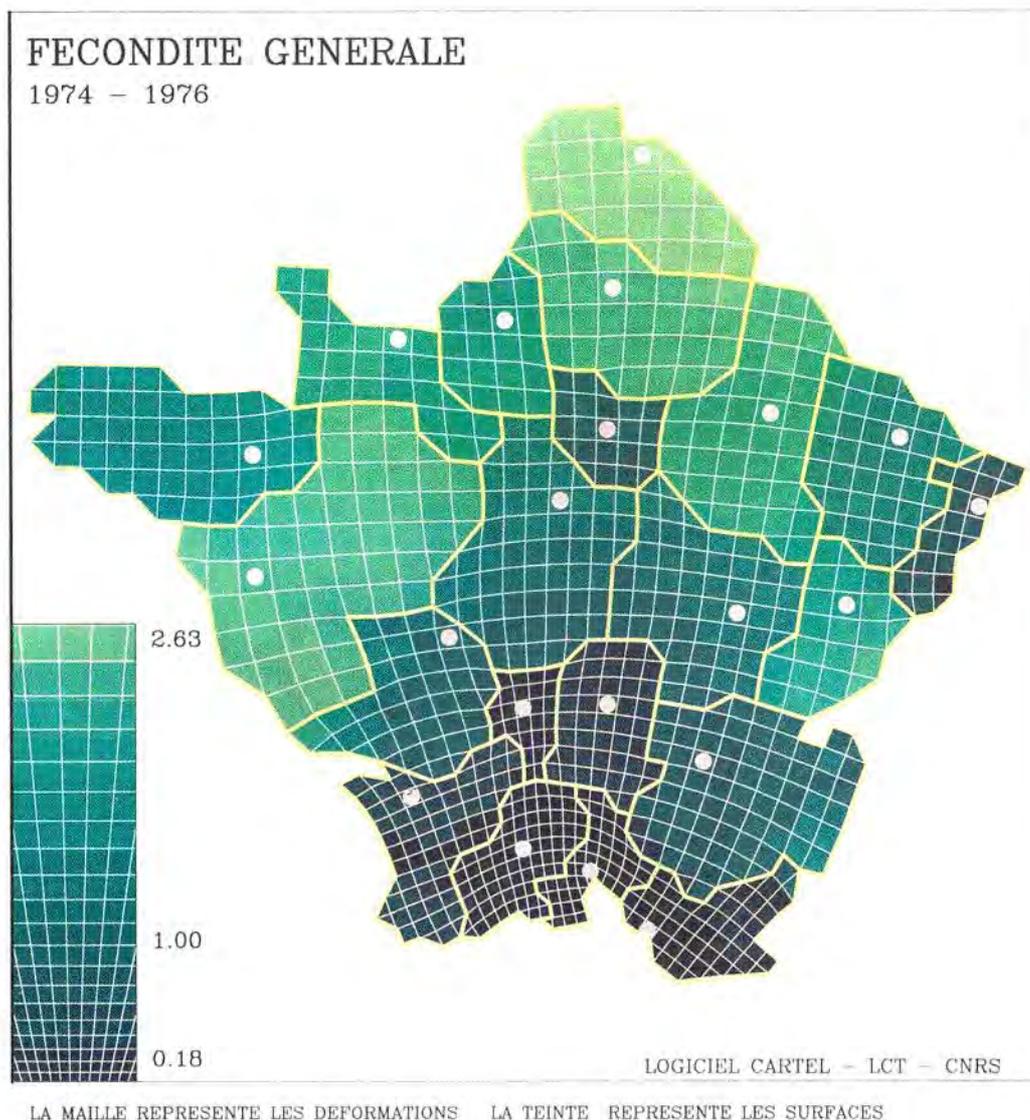
Ces caractéristiques cartographiques s'ajoutent aux possibilités propres du programme de structure Hercule (4), dont on utilise différentes options pour modéliser les données géographiques.

Définition du maillage :

Pour modéliser l'espace géographique, Hercule permet l'utilisation de divers types d'éléments membranes de nature paramétrable. La France par régions a été définie avec 787 éléments quadrilatères et 152 éléments triangulaires reposant sur une ossature de 938 noeuds.

Les connexions :

Il est possible de choisir les noeuds de la trame qui resteront fixés lors du calcul des déplacements et de



contrôler ainsi les aires soumises aux déformations. Dans les exemples ci-contre tous les points de contour de la France sont laissés libres et les limites se déforment au delà de la silhouette habituelle. On peut également fixer le contour ; dans ce cas toutes les déformations se répartissent à l'intérieur de cette limite par rééquilibrage entre les unités régionales.

**L'entrée des données thématiques :**

Elles sont introduites sous forme d'efforts appliqués aux unités géographiques, soit élément par élément, soit par groupes d'éléments. Pour la France les données statistiques régionales ont été centrées par rapport à la moyenne nationale et appliquées à des groupes de charge formés des éléments appartenant à ces régions. Les charges sont assimilées à des températures (5) ; converties en pressions, elles engendrent les déplacements.

**L'échelle de représentation des déplacements :**

Les déplacements calculés sont petits ; lors du tracé ils sont amplifiés pour améliorer la lisibilité. L'amplification

maximale utilisée pour la France est égale à 8 fois la maille unité.

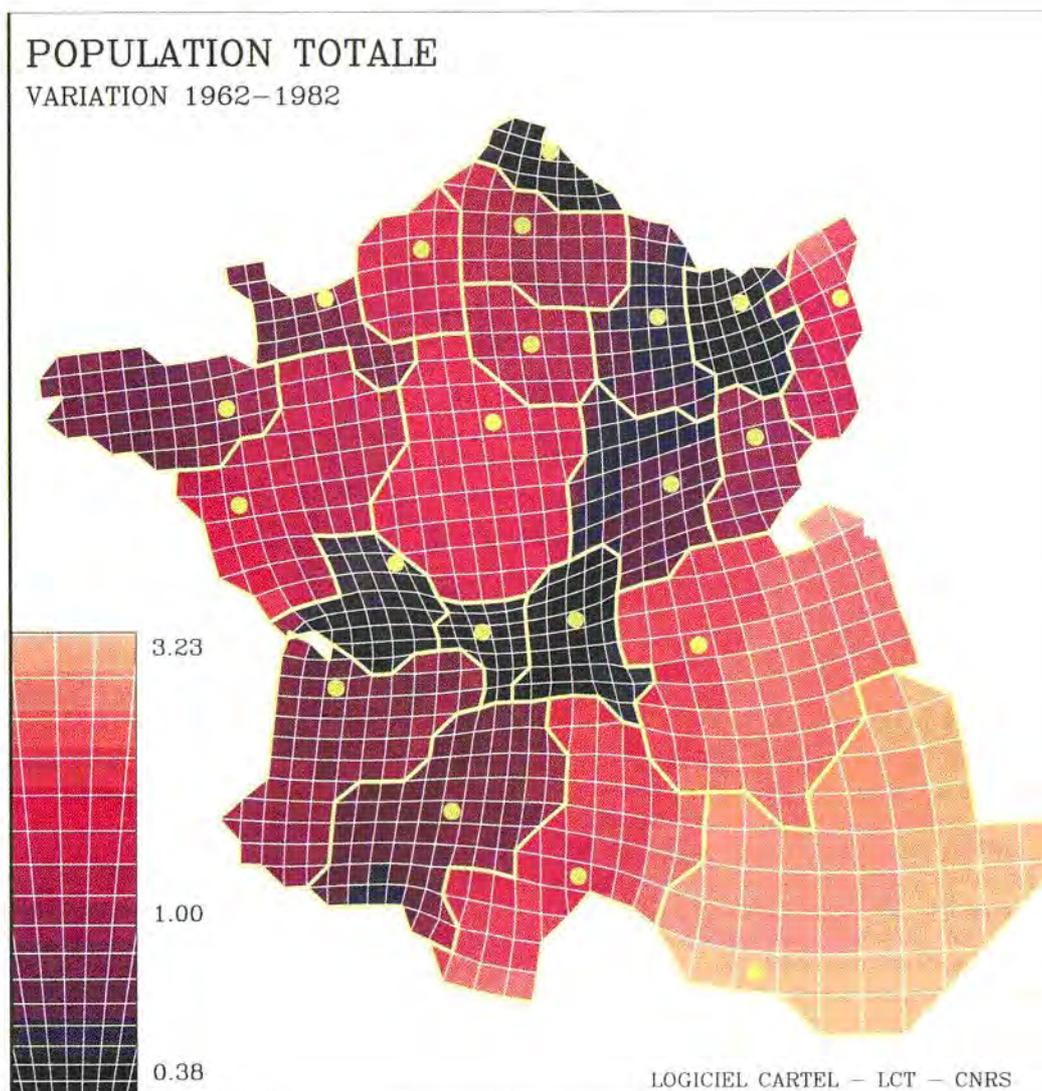
**Particularité de la transcription graphique :**

Dans nos exemples sur la France, les intensités de teinte représentant la surface des éléments varient de façon inversement proportionnelle aux données thématiques introduites :

- charge faible → teinte sombre
- charge élevée → teinte claire.

Cette utilisation inhabituelle de la variation de valeur est liée à l'analogie avec une membrane déformée. D'un point de vue sémiologique on notera que la donnée thématique est exprimée par 2 grandeurs complémentaires, la surface des éléments et la densité de maillage, qui varient en sens opposés : dans un but de redondance graphique les valeurs de teinte, associées aux surfaces, suivent la logique de la densité du maillage.

Comme outil de visualisation, ce type de carte est efficace pour exprimer les phénomènes de dynamique et



LA MAILLE REPRESENTE LES DEFORMATIONS LA TEINTE REPRESENTE LES SURFACES

d'interaction spatiale et leurs anomalies liées aux formes ou au voisinage, ainsi que pour observer l'espace physique à travers l'espace des données : espaces sociaux, économiques, ou culturels deviennent plus sensibles.

La pertinence du transfert de modèles entre la physique des matériaux et les espaces géographiques reste à établir, avant que l'on puisse l'utiliser comme outil de modélisation cartographique.

(1) Conception cartographique : Ch. Schneider. Analyse informatique et programmation : F. Briandet avec la collaboration de G. Cherrier et J. Hirsch. Logiciel utilisés : Hercule (calcul de structures), Uniras (graphique). Le programme de cartes piézo-pléthés fait partie du logiciel CARTEL. La restitution scanner, de fichier numérique UNIRAS à typons, a été réalisée au SERTIT à Strasbourg.

(2) Exemple : les transformations polaires du programme Azmap de J.W. Cerny, University of Rhode Island.

(3) Struct : programme de structure utilisé pour les transformations présentées dans le rapport d'ATP n° 3457, LCT-CNRS, 1979.

(4) Hercule est un ensemble de programmes d'analyses de structures réalisé par la SOCOTEC, Paris.

(5) Le programme admet divers types de charges : températures, poids propres, etc. Les températures se répartissent de façon régulière dans le plan de la membrane et les déplacements varient linéairement.

#### Références bibliographiques

BALTRUSAITIS J., 1984, *Anamorphoses, les perspectives dépravées*, Paris, Flammarion.

BERTIN J., 1967, *Sémiologie graphique*, Paris, Mouton Gauthier-Villars.

CAUVIN C., REYMOND H., 1985, « Struct : un modèle d'anamorphoses bi-proportionnelles », *Pour Fernand Joly*, CERCG.

RIMBERT S. et al., 1979, *Cartographie informatisée et géographie humaine*, Rapport d'ATP n° 3457, CNRS.

ZEITOUN J., 1977, *Trames planes*, Paris, Dunod.