

Frechou, Hubert

LE CALCUL DES DENSITES EN CARTOGRAPHIE

ORSTOM 1968

Le mot densité est presque uniquement employé, en géographie, pour désigner un rapport numérique entre des effectifs d'hommes et les surfaces qu'ils occupent. On écrit par exemple que dans telle région la "densité de la population" est de 70 habitants par km² (sous-entendu : de territoire total) ou que la "densité agricole" est de 80 habitants vivant de l'agriculture par km² (de surface utilisée pour l'agriculture).

Il sera question, ici, de tous les rapports numériques que l'on peut calculer, par une division, entre :

- (au dividende) des quantités absolues d'objets ou d'êtres vivants susceptibles d'êtres situés et recensés : hommes, bétail, productions, surfaces de terrains caractérisés par la présence d'un caractère particulier...

- (au diviseur) les surfaces de zones dans lesquelles ces quantités sont situées, et en lesquelles le territoire cartographié est entièrement partagé.

Ces rapports numériques ont une signification commune, par laquelle ils répondent à une exigence fondamentale de la géographie : ils expriment, de façon simple et directe, la relation existant entre des quantités absolues et la surface totale du territoire. Ils sont couramment désignés par divers mots ou expressions : "densité", "nombre de... par km² (ou : ... par ha.)", "pourcentage de la surface totale occupée par...". J'emploie ici le mot densité comme terme générique, pouvant désigner l'un quelconque de ces rapports.

Pour calculer la densité ainsi définie, il existe plusieurs procédés, qui correspondent à des façons différentes de découper le territoire cartographié en unités de calcul.

* *

* .

CALCUL A L'INTERIEUR DE CIRCONSCRIPTIONS ADMINISTRATIVES.

Il s'agit du procédé le plus couramment appliqué. On utilise :

- un fond de carte qui représente des limites de circonscriptions ; celles-ci correspondent à des unités administratives d'un niveau donné, par exemple, en France, à des communes, ou à des cantons, ou à des départements. On choisit le niveau qui paraît le plus significatif, en fonction de l'étendue du territoire cartographié,



O.R.S.T.O.M. Fonds Documentaire
N° : 22 393
Cote : B

de l'échelle de la carte à établir, du degré de précision dans le détail que l'on juge nécessaire d'atteindre et inutile de dépasser.

- un tableau statistique qui indique les surfaces des circonscriptions, et les quantités absolues du fait étudié qui y ont été recensées.

En rapportant chacune de ces quantités à la surface de la circonscription correspondante, on obtient un chiffre : la densité moyenne caractéristique de chaque circonscription.

*

Ce procédé peut s'avérer insuffisant, pour les raisons suivantes :

- les limites des circonscriptions correspondant aux unités administratives que l'on considère comme significatives n'existent pas, ou sont controversées, ou ne sont pas cartographiées. Alors, le procédé est inapplicable. Ceci arrive fréquemment, par exemple, en Afrique.

- les circonscriptions sont trop vastes ; il existe à l'intérieur de certaines d'entre elles, ou de toutes, une hétérogénéité de la répartition du fait étudié, donc des différences de densité qui sont significatives (elles correspondent par exemple à des variations locales des conditions naturelles) et qui seraient masquées si l'on se contentait de retenir un chiffre, la densité moyenne, par circonscription. Alors, l'application du procédé ne permet pas d'obtenir une représentation suffisamment fidèle et fine des variations réelles de la densité. Il faut aller plus loin dans le détail.

L'insuffisance du procédé des circonscriptions administratives a été montrée par divers auteurs, par exemple à propos des communes de la Guadeloupe, des cantons du centre du Dahomey, des groupements de villages dans le sud-ouest du Congo (1).

* *

*

AFFINEMENT DU PROCÉDE DES CIRCONSCRIPTIONS ADMINISTRATIVES.

Quand ce procédé est considéré comme insuffisant, on peut calculer la densité dans de nouvelles zones découpées à l'intérieur des circonscriptions, et plus significatives que ces dernières parce que plus petites et plus homogènes.

(1) G. Lasserre : Présentation de cartes des densités de la population en Guadeloupe. Bulletin de l'Association de Géographes français. 1958. p. 33-48.

P. Mercier : Densités de population dans le Moyen-Dahoméy. Compte-rendu du Congrès international de Géographie. Lisbonne, 1949. tome 4. p. 181-191.

J. Pauwels : La répartition de la population dans le territoire de Gungu (Congo). Bulletin de la Société Royale Belge de Géographie. 1961. fasc. I-IV. p. 89-129.

Il faut alors :

- d'une part, ventiler, à l'intérieur des circonscriptions administratives, les quantités absolues du fait étudié. Pour cela, on peut utiliser des données statistiques détaillées si on en dispose, enquêter sur le terrain, observer des cartes à grande échelle et des photographies aériennes. Ces dernières permettent souvent de déterminer avec une bonne précision la répartition de l'habitat, donc de la population, ou la répartition des surfaces cultivées, voire d'une culture particulière. On aboutit ainsi à une carte de répartition détaillée, par exemple à une "carte par points".

- d'autre part, définir de nouvelles zones à l'intérieur des circonscriptions administratives. Pour cela, on peut :

. considérer la carte de répartition que l'on a établie, et délimiter des secteurs à peu près homogènes, s'opposant entre eux par le fait que la densité y est visiblement plus ou moins forte.

. tenir compte de faits autres que celui dont on veut calculer et représenter la densité. Notamment, les conditions naturelles peuvent imposer des limites, définir de petits secteurs qui sont peuplés ou vides, cultivés ou incultes. Il en est ainsi à l'intérieur de plusieurs communes de la Guadeloupe : sur le territoire de St-François par exemple, où la densité moyenne est de 89 habitants par km², on peut distinguer un secteur vide, parce que trop sec, et un secteur où la densité de la population atteint 118 (1). En Afrique, les limites entre zones occupées par des ethnies différentes peuvent aussi être très significatives, en ce qui concerne par exemple la densité du bétail ou de certaines cultures.

*

Ces opérations permettent de subdiviser les circonscriptions administratives afin de calculer et représenter les variations de la densité de façon détaillée.

Ce n'est pas nécessairement le même but de précision dans le détail que l'on poursuit lorsqu'on fait les mêmes opérations en ignorant totalement, et volontairement, les limites administratives ; on passe alors à ce que l'on peut appeler les procédés de calcul dans des zones géographiques.

* *

*

(1) G. Lasserre : ouvrage cité, p. 39-43.

CALCUL A L'INTERIEUR DE ZONES GEOGRAPHIQUES.

Ces zones peuvent être définies en fonction d'un ou de plusieurs faits, considérés comme des facteurs possibles de la densité du fait étudié.

1°) Délimitation en fonction d'un seul facteur.

Dans son étude sur le territoire de Gungu, M. J. Pauwels a découpé cette région en zones correspondant aux affleurements de deux séries géologiques ; la carte ainsi faite montre l'existence d'une liaison entre la densité de la population et la géologie (1).

De façon semblable, on peut par exemple calculer les variations de la densité :

- de la population, ou des cultures, ou des pâturages, en fonction de l'altitude, dans un massif montagneux.
- d'une culture, en fonction des caractères des sols.
- d'une culture, en fonction du total annuel des précipitations, ou en fonction de la durée de la saison des pluies.

*

Certaines relations peuvent être montrées par le calcul des densités à l'intérieur de bandes de largeur constante, définies par des "lignes d'équidistance". Dans le territoire de Gungu, la délimitation de bandes parallèles aux cours d'eau importants fait ressortir l'influence de ces derniers sur la densité de la population (2). La même technique a été appliquée à la Bretagne, pour étudier l'influence, sur la densité de la population, de la distance par rapport au littoral (3).

On pourrait de même, par exemple, calculer la densité des cultures maraîchères autour d'une ville. Ou bien la densité de la population, en fonction de la distance par rapport aux voies de communication. Dans certaines régions d'Afrique, la population s'égrène en chapelets le long des routes ; il suffit alors de délimiter une seule bande de largeur constante axée sur chaque route, le reste du territoire étant vide.

* * *

*

(1) J. Pauwels : ouvrage cité, p. 98-99.

(2) Pauwels : ouvrage cité p. 97 et 99.

(3) Robert : La densité de la population en Bretagne, calculée par zones d'égal éloignement de la mer. Annales de Géographie. 1904. p. 296. sqq.

2°) Délimitation en fonction de plusieurs facteurs.

A la Guadeloupe, M. G. Lasserre distingue 6 ensembles régionaux, qui sont différenciés les uns par rapport aux autres par le relief, les sols, le régime des précipitations, les productions agricoles dominantes. Les densités "régionales" de la population varient de 90 à 301 habitants par km² (1).

Pour faire une carte des densités de la population en Haute-Volta, M. G. Savonnet a délimité de petits secteurs à partir d'une carte par points qui permettait d'observer les inégalités de la répartition de la population, et en tenant compte aussi de limites naturelles et de l'intensité de l'occupation agricole du sol (2).

L'application de ce procédé exige une très grande minutie, et une excellente connaissance de tous les aspects de la région cartographiée.

* *
*

LES PROCÉDES GEOMETRIQUES.

Dans l'un des procédés décrits ci-dessus, celui qui utilise des "lignes d'équidistance" pour délimiter des bandes de largeur constante, la géométrie intervient, mais de façon secondaire puisque les lignes d'équidistance sont tracées par rapport à la situation réelle d'un fait.

Les véritables procédés géométriques sont ceux avec lesquels on calcule la densité à l'aide d'un cadre de forme géométrique simple et de taille constante. On les utilise parfois comme procédés de secours, parce qu'il n'existe pas ou qu'on ne connaît pas de limites réelles découpant le territoire cartographié en zones aussi petites et significatives qu'on le désirerait. On peut aussi les utiliser volontairement, dans le but de calculer et représenter la densité d'un fait en tenant compte uniquement de la répartition de ce fait.

Ceci, nous l'avons vu, peut être fait "au jugé" : sur une carte de répartition de quantités absolues, de préférence une "carte par points", on délimite des secteurs à l'intérieur de chacun desquels la répartition paraît à peu près homogène, et la densité est manifestement plus ou moins forte (les "points" plus ou moins serrés) que celle des secteurs voisins. En procédant ainsi, on est souvent embarrassé

(1) G. Lasserre : ouvrage cité p. 43-44.

(2) G. Savonnet : Carte provisoire des densités de population en Haute-Volta (C.V.R.S.).

pour tracer une limite ; notamment, aux endroits où le serrage des points varie progressivement, plusieurs tracés paraissent possibles, et la solution retenue contient une part d'arbitraire.

C'est ce que l'on s'efforce d'éviter en employant un procédé géométrique. Il s'agit alors de transformer la carte de répartition de quantités absolues en carte de densités en appliquant des règles rigoureuses. Plusieurs modes de calcul ont été conçus dans ce but ; ils diffèrent par la forme et par l'organisation interne du cadre géométrique qui sert d'unité de calcul.

Pour bien comprendre ces procédés géométriques, il est commode d'admettre que la densité, figurée sur une carte, peut être considérée comme une "hauteur" perpendiculaire au plan de la carte. Alors : les quantités absolues qui, sur la carte de répartition, sont situées dans une zone, deviennent sur la carte de densités un "volume" égal au produit de la surface de cette zone par la "hauteur" moyenne (densité moyenne) caractéristique de cette zone.

* *

*

Les procédés géométriques conduisent, une fois les calculs effectués, à deux modes de représentation des variations de la densité :

- ou bien le cadre géométrique qui a servi d'unité de calcul est maintenu ; il devient une zone. Le résultat du calcul est considéré comme la densité moyenne caractéristique de cette zone, tout comme avec les procédés non-géométriques. La valeur de la densité est donc représentée comme constante à l'intérieur de chaque zone, comme variant brusquement d'une zone à l'autre.

Les quantités absolues situées dans une zone sont transformées en un "volume" dont la forme est définie par le cadre géométrique, le plan de la carte et un autre plan parallèle au premier, comme de l'eau dans un bassin.

- ou bien le résultat du calcul est affecté à un point, le centre du cadre géométrique ; ce point devient une "cote". Ensuite, on efface le cadre géométrique, et l'on trace, en se servant des "cotes" obtenues, des lignes d'égale densité. La densité est donc représentée comme variant de façon continue ; il n'est plus question de densité moyenne caractéristique d'une zone ; il existe en chaque point de la carte une valeur de la densité.

Les quantités absolues situées dans chaque unité de calcul sont transformées en un "volume" qui a la forme d'un tas de sable, dont le sommet est situé au centre du cadre géométrique.

* . *

* *

RESEAUX GEOMETRIQUES SIMPLES.

Sur une carte de répartition de quantités absolues, on plaque un réseau de figures géométriques égales, par exemple un quadrillage, un réseau d'hexagones réguliers, ou un réseau de triangles équilatéraux. Rien n'oblige à orienter le réseau sur des directions nord-sud et est-ouest.

On calcule les densités comme avec les procédés non-géométriques : chaque maille du réseau est une unité de calcul ; on obtient la valeur de la densité qui lui correspond en divisant par sa surface le total des quantités absolues qui y sont situées. Ensuite, on considère le résultat du calcul comme densité moyenne de cette maille, qui devient une zone, ou bien on affecte ce résultat à son centre, qui devient une cote.

Ce faisant, on ne tient pas compte de la répartition exacte des quantités absolues à l'intérieur de la maille. Il en résulte que, dans le détail, la carte de densités obtenue n'est pas rigoureusement fidèle à la carte de répartition de quantités absolues qui a servi de base aux calculs. Ce manque de fidélité se manifeste principalement de deux façons :

- inexactitudes de localisation : tout se passe comme si, dans chaque maille, les quantités absolues étaient également réparties, ou étaient toutes situées au centre. Un secteur de forte densité par exemple peut ainsi être décalé par rapport à la situation réelle du fort groupement de quantités absolues auquel cette forte densité correspond.

- manque de constance : quand deux groupements de quantités absolues sont d'importance égale, mais placés différemment par rapport aux mailles du réseau, le calcul des densités donne des résultats différents (fig. 1).

A partir d'une carte de répartition de quantités absolues, on peut ainsi obtenir des cartes de densités qui diffèrent entre elles dans le détail, en déplaçant légèrement le réseau géométrique. Ces distorsions peuvent être considérées comme des erreurs, puisque l'emploi d'un procédé géométrique implique que les variations dans l'espace de la densité découlent rigoureusement de la répartition des quantités absolues.

*

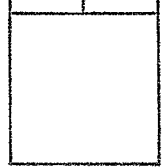
On peut pallier en partie ces inconvénients en considérant chaque carré ou hexagone comme divisible en carrés ou triangles. Des fragments d'un carré ou hexagone peuvent ainsi être rattachés à un carré ou hexagone voisin. Ceci permet d'adapter le découpage en zones à la répartition des quantités absolues. M. R. Bizian a procédé ainsi, pour établir, au moyen d'un réseau

Fig.1 : Réseau géométrique simple : inconstance

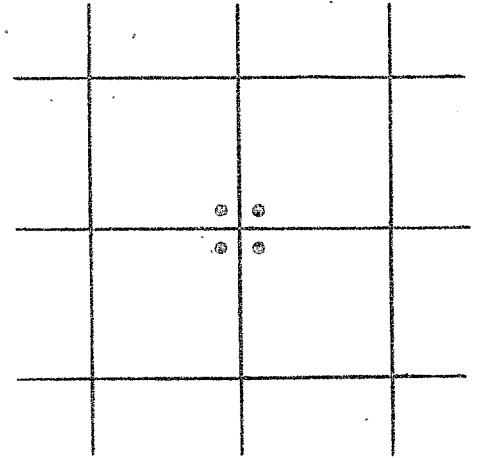
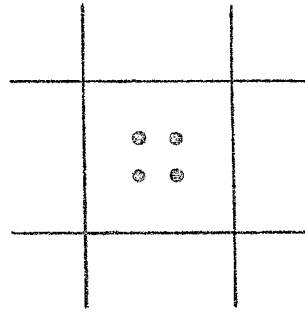
QUANTITES
ABSOLUES

• 80 unités

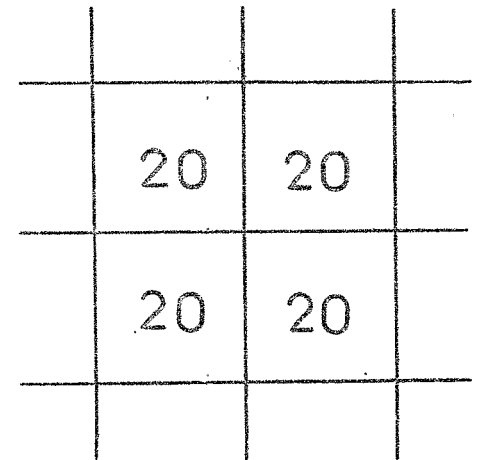
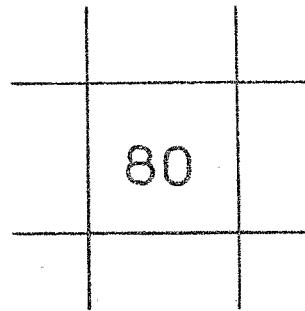
0 1 2 km



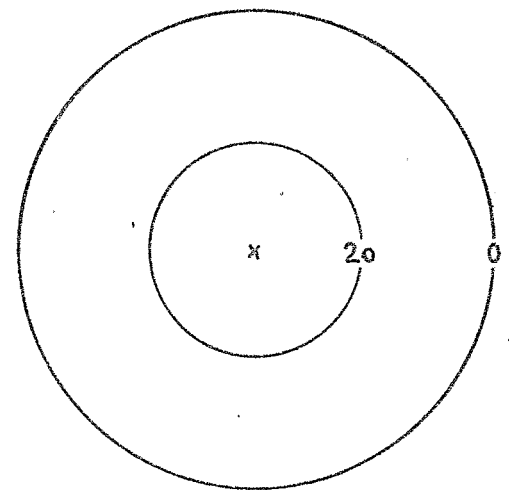
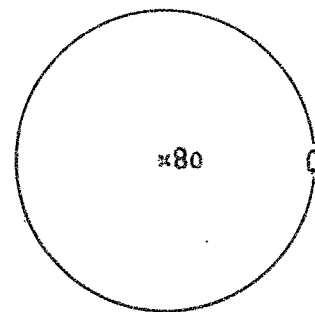
Unité de
calcul



ZONES



ISOLIGNES



d'hexagones divisibles en triangles, une carte des densités de la population dans une région du Cameroun (1).

Mais le choix des carrés ou hexagones à démembrer contient une part d'arbitraire ; on revient en partie à la définition "au jugé" des zones de densité. Aussi a-t-on recherché d'autres procédés plus complexes, pour remédier d'une façon rigoureuse au manque de fidélité des cartes de densités faites à l'aide de réseaux géométriques simples. Deux moyens existent : le chevauchement et la pondération des unités de calcul.

* *

*

CHEVAUCHEMENT DES UNITES DE CALCUL.

Ce procédé est dérivé d'une opération faite parfois en statistique : le calcul de la moyenne mobile.

L'unité de calcul est, par exemple, un carré de côté 1. Sur la carte de répartition de quantités absolues, on plaque un quadrillage, dont les carreaux ont pour côté $1/2$. On centre l'unité de calcul sur un point d'intersection du quadrillage, de façon à la faire coïncider avec 4 carreaux. On divise le total des quantités absolues situées dans ces 4 carreaux par la surface de l'unité de calcul, soit 1^2 .

Ensuite, on considère le résultat du calcul comme étant la densité moyenne d'un carré de côté $1/2$ centré sur le point d'intersection ; ce carré devient une zone. Ou bien on affecte le résultat au point d'intersection, qui devient une cote (fig.2).

On procède ainsi pour chacun des points d'intersection du quadrillage, qui sert de réseau directeur. Chaque carreau est englobé successivement dans 4 unités de calcul (chevauchement).

La carte de densités ainsi obtenue présente, par rapport à la carte de répartition de quantités absolues utilisée, des distorsions moins fortes que lorsqu'on emploie le procédé du réseau géométrique simple avec une unité de calcul de même taille.

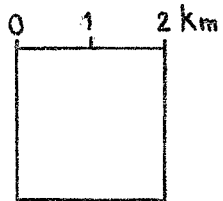
On peut imaginer d'autres unités de calcul fonctionnant de façon semblable. Par exemple, prendre un carré composé de 9 carreaux du quadrillage ; ce dernier est alors plus serré que dans le cas précédent. Ou bien utiliser un hexagone régulier.

(1) R. Diziain : Densité de la population, démographie, économie rurale dans les subdivisions de Guider, Kaele et Yagona (Nord-Cameroun). IRCAM. ronéo.

Fig. 2 : Chevauchement de carrés : inconstance

QUANTITES
ABSOLUES

• 80 unités

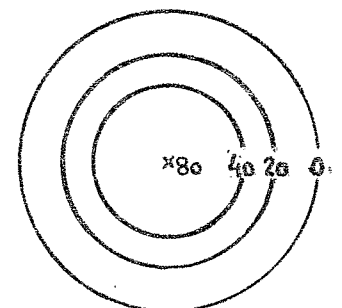
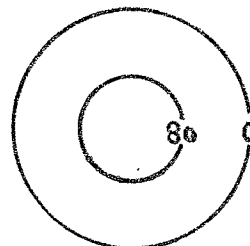
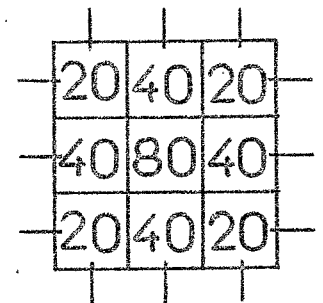
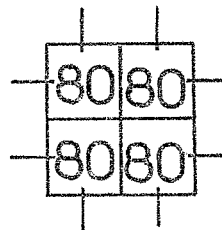
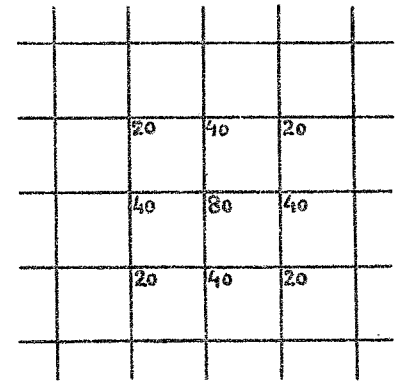
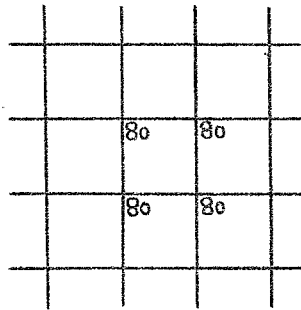
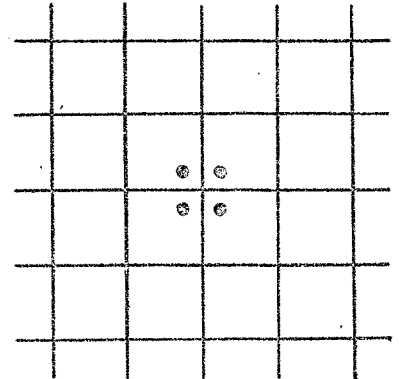
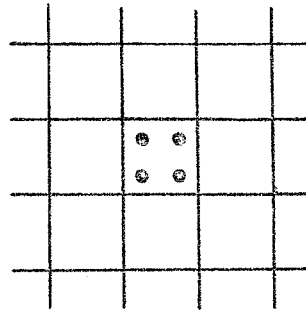


Unité de calcul

CALCULS

ZONES

ISOLIGNES



qu'on applique à un réseau directeur de triangles équilatéraux.

* *

*

De tels procédés peuvent être employés en vue du tracé, à partir de cotes, de lignes d'égale densité.

Or, le mode de représentation par isolignes implique l'existence virtuelle d'une valeur de la densité en chaque point de la carte. On devrait donc pouvoir calculer la densité en n'importe quel point, et non aux seuls points d'intersection d'un réseau directeur.

C'est possible : il suffit de faire circuler sur la carte de quantités absolues l'unité de calcul que l'on a choisie, en la centrant en chacun des points où l'on désire calculer une valeur de la densité. Cela permet de réduire les distorsions, par exemple de bien centrer les secteurs de forte densité sur les forts groupements de quantités absolues.

On peut ainsi faire une carte de densités, en employant une unité de calcul mobile, sans réseau directeur. L'utilisation de ce dernier n'est indispensable que si l'on veut, en plus de la carte, faire une étude statistique des valeurs de la densité. Sinon, il permet seulement de réduire la longueur des calculs : le total des quantités absolues situées dans chaque maille du réseau est calculé une fois pour toutes.

D'autre part :

Quand on calcule, avec une unité mobile, la valeur de la densité en un point, on considère que cette valeur est proportionnelle au total des quantités absolues situées à l'intérieur d'une figure géométrique centrée sur ce point. Il est donc logique que cette figure soit un cercle. En utilisant une autre figure et en la faisant tourner autour d'un point, on peut obtenir des résultats différents pour ce point.

D'où le procédé du cercle mobile, dont l'emploi donne théoriquement des résultats parfaitement rigoureux, en ce sens qu'il ne produit pas de distorsion, et qu'à une carte de répartition de quantités absolues ne peut correspondre, une fois choisi le rayon du cercle, qu'une seule carte de densités. Dans la pratique, il en est de même, à de faibles écarts près, à condition que les points sur lesquels on centre le cercle pour faire des calculs soient nombreux et bien choisis.

Cependant :

Lorsqu'on emploie des isolignes pour faire une carte de densités, celles-ci sont représentées comme variant de façon continue, par exemple comme s'élevant progressivement à l'approche d'un fort groupement de quantités absolues.

Or, avec tous les procédés décrits jusqu'ici, la densité, au moment du calcul, n'est pas conçue de cette façon : chaque groupement de quantités absolues est transformé en un "volume" de forme prismatique ou cylindrique, qui a la même hauteur partout (densité moyenne) à l'intérieur du cadre géométrique défini par l'unité de calcul (fig. 5).

Par exemple, si on emploie un cercle mobile de rayon R et de surface S : autour d'un point M, où se trouve une quantité absolue isolée Q, on obtient une densité constante $\frac{Q}{S}$ jusqu'à une distance R du point M, puis brusquement la valeur zéro.

On peut donc estimer que le mode de représentation est alors en contradiction avec le mode de calcul. L'emploi d'une formule de "pondération" permet de supprimer, en partie ou totalement, cette contradiction.

* *
*

PONDERATION DES UNITES DE CALCUL.

Le système de pondération le plus usité a été créé par M. P. Gourou :

Sur une carte de répartition de quantités absolues, on plaque un quadrillage, qui sert de réseau directeur. L'unité de calcul est un carré, qui comprend 9 carreaux du quadrillage. Soit S la surface d'un carreau, et Ne le total des quantités absolues situées dans un carreau E, sur lequel est centrée l'unité de calcul. La quantité Ne est dispersée dans les 9 carreaux de l'unité de calcul, de la façon suivante (fig. 3)

$\frac{4 Ne}{16}$ dans le carreau central E

$\frac{2 Ne}{16}$ dans chacun des carreaux B, D, F, H.

$\frac{Ne}{16}$ dans chacun des carreaux A, C, G, I.

Les coefficients des carreaux ($\frac{4}{16}$, $\frac{2}{16}$, $\frac{1}{16}$) sont fonction de leur situation (de leur distance) par rapport au centre de l'unité de calcul.

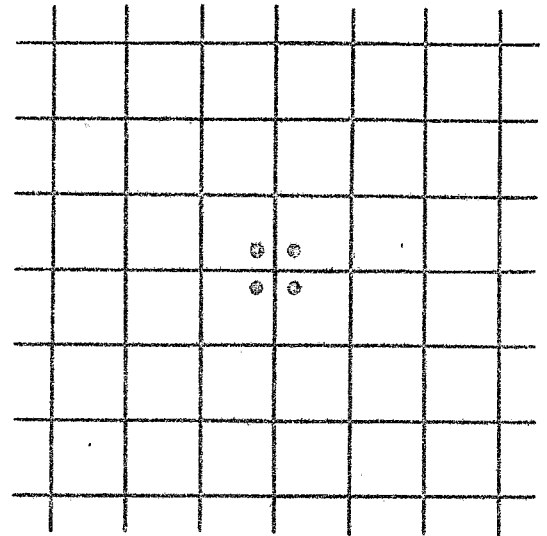
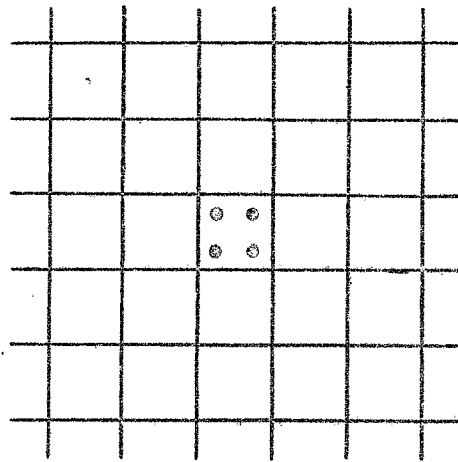
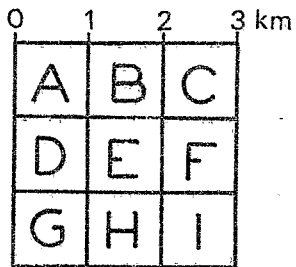
Le volume ainsi défini est composé de 9 prismes à base carrée (fig. 5). Le prisme le plus haut est au centre, sur E ; sa hauteur est égale à $\frac{4 Ne}{16 S}$. Les prismes correspondant à B, D, F et H sont 2 fois moins hauts. Les prismes correspondant à A, C, G, I sont 4 fois moins hauts.

Ainsi, les valeurs de la densité (hauteurs du volume) qui correspondent aux seules quantités Ne décroissent autour de E. Inversement, pour calculer la densité De

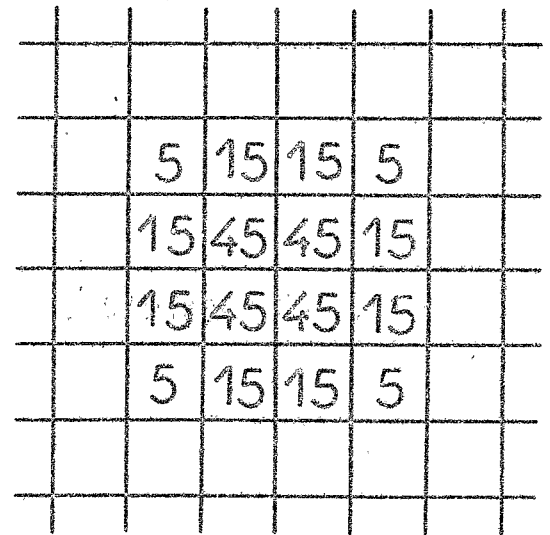
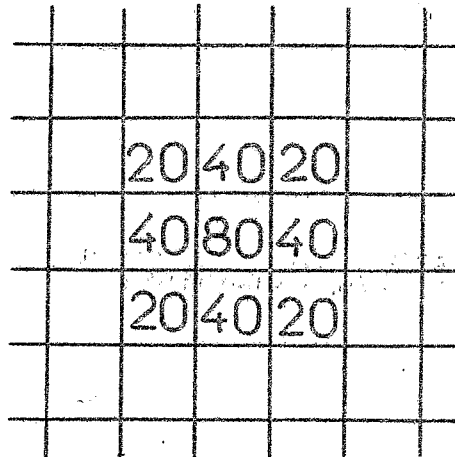
Fig. 3 : Carrés pondérés ; inconstance

QUANTITES
ABSOLUES

• 80 unités



ZONES



ISOLIGNES

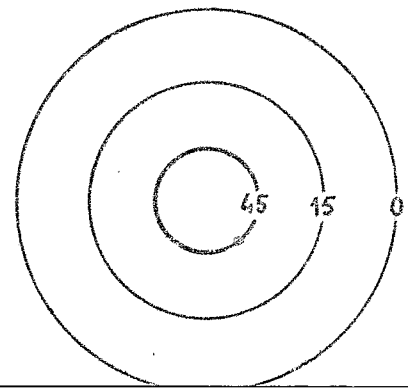
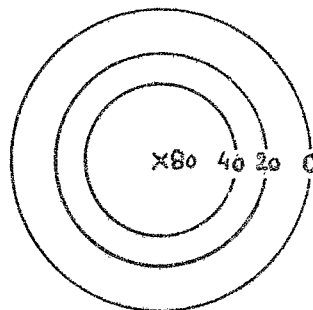


Fig. 4 : HEXAGONES PONDERES

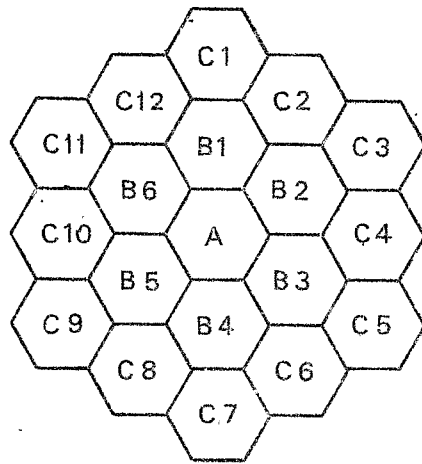
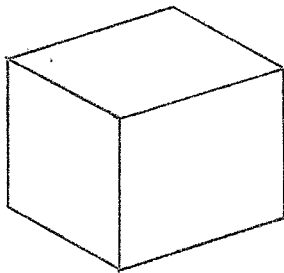
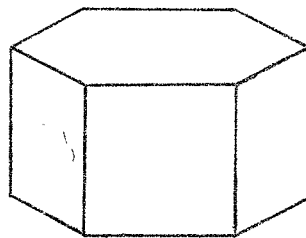


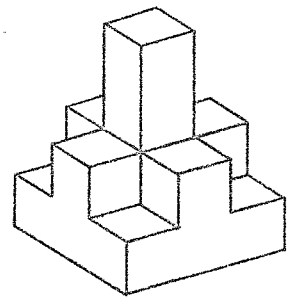
Fig. 5 : VOLUMES CORRESPONDANT AUX UNITES DE CALCUL



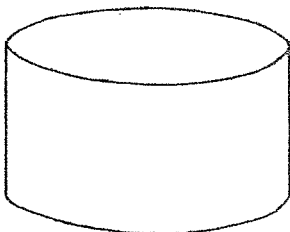
CARRE



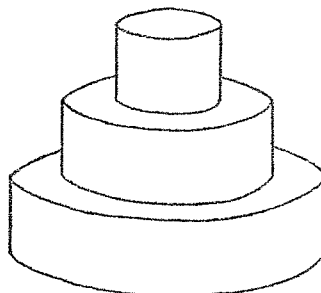
HEXAGONE



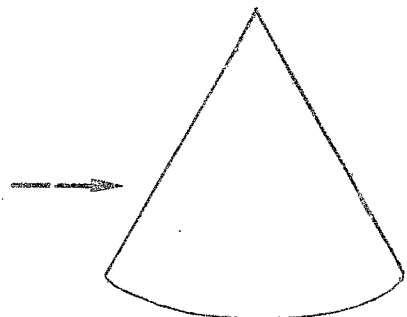
CARRE PONDERE



CERCLE MOBILE



CERCLE PONDERE



L'emploi d'un système de pondération, qu'il aboutisse à la définition de zones ou au tracé de lignes d'égalité de densité, implique que l'on conçoit la densité qui correspond à une quantité absolue comme ayant une valeur maximale à l'endroit où cette quantité absolue est localisée, et comme décroissant tout autour, selon un rythme qui est indiqué par la formule de pondération.

Les procédés qui utilisent des formules de pondération sont un sous-groupe de ceux qui font se chevaucher des unités de calcul. Par conséquent, si on les emploie en vue du tracé de lignes d'égalité de densité, il n'est pas indispensable de construire un réseau directeur, et il est logique d'utiliser, plutôt qu'un carré ou qu'un groupe d'hexagones, un cercle mobile pondéré.

Ce cercle est découpé en couronnes par une série de cercles concentriques de plus en plus petits. A chaque couronne, on affecte un coefficient, dont la valeur décroît à partir du centre. Pour calculer la densité en un point, on centre le cercle sur ce point ; la valeur de la densité est fonction de l'importance des quantités absolues situées dans chaque couronne, et du coefficient de celle-ci. On n'a aucune division à faire.

Pour que la formule de pondération soit valable, il faut que : la somme des produits de chaque coefficient par la surface de la couronne à laquelle il est affecté soit égale à 1, c'est-à-dire au "volume" correspondant à une quantité égale à 1 située au centre du cercle.

L'emploi du cercle mobile pondéré donne, comme celui du cercle mobile, des résultats très rigoureux, mais en fonction de principes différents : le "volume" en lequel une quantité absolue est transformée n'est plus un cylindre, mais une série de cylindres emboîtés (fig. 5).

C'est pourquoi, pour une même surface de base, le cercle pondéré donne des maxima de densité plus élevés, et, autour de ces maxima, des "pentes" plus régulières.

On accentue ces propriétés, et on obtient par le calcul un volume de plus en plus conforme à celui qui sera représenté par des isolignes, en augmentant le nombre des degrés de la pondération (le nombre des couronnes). En définissant soigneusement la formule de pondération, ce qui demande des calculs assez compliqués, on se rapproche alors d'un volume dont la forme peut être considérée comme idéale : un cône.

Mais l'emploi du cercle pondéré nécessite alors des calculs de plus en plus longs ; il est vrai que ceux-ci pourraient certainement être faits par une machine, ou remplacés par des mesures optiques.

* *

*

CHOIX DES PROCÉDES.

Plusieurs procédés de calcul sont donc à la disposition de quiconque étudie la densité d'un fait dans une région. La meilleure solution consiste sans doute à employer successivement plusieurs procédés. Les cartes obtenues apportent des enseignements différents, ou sont des étapes dans la recherche. C'est ce qui a été fait dans les articles de M. G. Lasserre et de M. J. Pauwels déjà cités.

Quand on veut faire une seule carte de densités, le choix est difficile; il ne devrait pas dépendre d'habitudes acquises ou de réactions de caractère esthétique, mais être fait en fonction des données dont on dispose, et de l'objet de la recherche; chaque procédé, en effet, présente des avantages et des inconvénients.

*

Le procédé qui consiste à prendre comme unités de calcul des zones géographiques définies en fonction de plusieurs critères permet de serrer la réalité concrète dans toute sa complexité; il a un caractère synthétique, et on peut le considérer comme le procédé le plus "géographique". A condition de disposer de toutes les données nécessaires à un découpage valable des zones, c'est donc probablement ce procédé qu'il faudrait employer quand on ne veut faire qu'une seule carte de densités.

Cependant, une certaine confusion, liée justement à la complexité de la réalité concrète, subsiste dans les cartes ainsi faites. Par exemple, M. G. Savonnet estime que, dans sa carte des densités de la population en Haute-Volta, la notion de densité de la population est quelque peu mêlée à celle de densité de l'utilisation du sol; en effet, pour définir les secteurs qui servent d'unités de calcul, l'auteur a tenu compte, entre autres facteurs, de la situation des terres utilisées pour l'agriculture; en conséquence, il peut apparaître, entre deux secteurs, des différences de densité qui sont liées à la plus ou moins grande dispersion des parcelles plutôt qu'au nombre des hommes et à la répartition de l'habitat.

D'une façon générale, ce procédé peut montrer l'influence, sur la densité d'un fait, de différents facteurs, mais de façon confuse, car ces facteurs interviennent inégalement dans la définition même des zones. La corrélation entre la densité d'un fait et un facteur est forcément voilée.

Aussi peut-il être bon de n'appliquer ce procédé qu'après avoir employé les autres, qui sont plus analytiques.

*

Le calcul des densités à l'intérieur de zones délimitées en fonction d'un seul facteur permet de vérifier une hypothèse. A une question précise (quelle relation existe-t-il entre la densité d'un fait et tel autre fait?), l'emploi de ce procédé donne une réponse précise.

Mais cette réponse peut être trompeuse. En effet, à l'intérieur d'une zone définie en fonction d'un seul critère, la densité du fait étudié peut être très hétérogène, sa moyenne peu significative. D'autre part, il arrive fréquemment que deux faits soient répartis de la même façon dans l'espace, sans que pour autant l'un soit facteur de l'autre.

Ce procédé doit donc être employé avec précaution. Il peut tout au moins permettre de préciser (numériquement), une relation que l'observation et la réflexion ont déjà établie. Peut-être aussi pourrait-il apporter d'utiles enseignements, à condition d'être appliqué successivement en fonction de divers critères. Il faudrait ensuite confronter rigoureusement les corrélations obtenues dans chaque cas.

*

Les inconvénients que présente le procédé des circonscriptions administratives ont déjà été signalés. Cependant, ce procédé est le plus couramment employé, d'abord parce que, parfois, les données dont on dispose ne permettent pas d'agir autrement, et surtout parce qu'il permet d'aller vite.

Il peut d'ailleurs arriver que, du point de vue du fait que l'on étudie, les limites des circonscriptions administratives constituent effectivement un cloisonnement, ou que, à l'intérieur de chaque circonscription, la répartition de ce fait soit à peu près homogène. Dans de tels cas, les chiffres obtenus correspondent à une réalité concrète, et méritent d'être retenus.

Mais il faut bien admettre que s'il n'en est pas ainsi, les limites des circonscriptions administratives constituent purement et simplement un "réseau géométrique simple", peu satisfaisant parce que la taille des unités de calcul est inégale et n'est pas choisie par celui qui fait une carte de densités.

*

Avec les procédés géométriques, on calcule et représente les variations de la densité d'un fait en ne tenant compte que de la répartition de ce fait. Les relations entre la densité et ses facteurs sont donc (provisoirement) négligées.

Mais ces procédés permettent d'obtenir, surtout quand on utilise une unité de calcul pondérée, une très bonne concordance entre la carte de densités et la carte de répartition de quantités absolues qui lui sert de base. On peut donc ensuite comparer de façon rigoureuse et détaillée les densités d'un fait, calculées sans aucun a priori, à la répartition ou aux densités d'un autre fait.

Les procédés géométriques ne doivent donc pas être considérés seulement comme des procédés de secours. Leurs possibilités ne sont pas négligeables, au moins

dans le cours d'une recherche, notamment quand on désire étudier de façon minutieuse une région peu étendue.

* *

*

Le problème de la taille de l'unité de calcul se pose quel que soit le procédé utilisé. Dans tous les cas, plus l'unité de calcul est petite, plus sont grands les écarts par rapport à la densité moyenne dans l'ensemble du territoire cartographié, plus sont marqués les contrastes entre les zones de la carte de densités. De ce fait, les calculs de fréquence des densités que l'on peut faire à partir de la carte sont relatifs à la taille de l'unité de calcul.

Le choix de cette taille dépend :

- de ce que l'on veut étudier. Par exemple, à partir d'une carte très détaillée de la répartition de la population, on choisira une unité de calcul petite (rayon inférieur au km) pour calculer la densité de l'habitat, plus grande pour calculer la densité du peuplement dans l'espace agricole, plus grande encore si l'on désire seulement définir, à l'intérieur du territoire étudié, quelques régions ou sous-régions.

- de considérations d'ordre statistique. Il s'agit de mettre en évidence des variations de la densité qui soient significatives par rapport à l'ensemble étudié. Il faut donc tenir compte de la densité moyenne, de la surface totale du territoire cartographié, de l'échelle de la carte. Il faut aussi que ces variations soient vraies, par conséquent que la taille de l'unité de calcul corresponde au degré de précision, dans le détail, de la carte de répartition de quantités absolues à partir de laquelle on fait la carte de densités.

* *

*

La question du choix du procédé et celle du choix de la taille de l'unité de calcul sont évidemment liées. Les procédés géométriques permettent de choisir n'importe quelle taille ; les autres procédés sont moins souples à cet égard, parce que dépendant de réalités concrètes. D'autre part, la question du choix de l'unité de calcul se pose surtout quand on veut faire une carte à grande échelle, c'est-à-dire quand on est conduit à vouloir définir des unités de calcul de petite taille.

Il arrive souvent que l'on confonde les deux questions, que l'on pose simplement celle-ci : comment diviser le territoire cartographié en un assez grand nombre

d'unités de calcul ? Le problème étant ainsi posé, le procédé des circonscriptions administratives semble satisfaisant dans la plupart des cas. Il est permis de regretter que les possibilités offertes par les autres procédés soient ainsi négligées.

Hubert FRECHOU