

ISSN 0182-853 X

ANNALES

PUBLIÉES TRIMESTRIELLEMENT PAR

L'UNIVERSITÉ DE TOULOUSE - LE MIRAIL

NOUVELLE SÉRIE

TOME XVII - 1981

FASCICULE 3

PALLAS

XXVIII

(EXTRAIT)

L'ESPACE DANS L'ANTIQUITÉ CLASSIQUE



***La contribution des images spatiales
et aériennes à la connaissance
des mesures utilisées pour la division
des terres dans l'Antiquité***

PAR

Madjid DARBANDI* et Max GUY*

INTRODUCTION

Depuis 1954, quand une centuriation romaine s'étendant sur plus de 50 000 km² fut découverte en Tunisie (Caillemer et Chevallier), l'envergure spatiale de cette sorte de prospection archéologique par photographie aérienne s'est progressivement établie.

Déjà Bradford (1947-57) en Yougoslavie et en Italie, Baradez (1949) en Algérie et d'autres (Blanc 1953...) avaient utilisé la photographie aérienne pour la recension de cadastres antiques localisés autour de villes coloniales Romaines; par la suite Schmiedt et Chevallier (1960) en Grande Grèce, Guy (1954-1964) en Languedoc devaient montrer que des divisions régulièrement quadrillées liées à des colonies grecques étaient discernables sur les photographies aériennes.

(*) Groupement pour le développement de la télédétection aérospatiale, Toulouse.

Simultanément le besoin d'interpréter les photographies de l'ensemble des formes du parcellaire et les liaisons de ces formes avec les circonstances historiques conduisait, entre autres, au recensement des formes circulaires en France (J. Soyer, 1965) et à l'étude des liaisons chronologiques reliant les formes diverses constatées en un même lieu (Guy, 1962). On s'était bien rendu compte que des dimensions différentes permettaient de distinguer l'appartenance des formes régulières à telle ou telle civilisation (stade de 180 à 220 m, centurions de 710 m...) mais, dans le cas, le plus fréquent, où l'évolution ultérieure d'une forme régulière l'avait profondément dégradée, il était souvent impossible de reconstituer l'unité de mesure utilisée et le mode de subdivision.

Dès le début, on avait tenté l'utilisation de méthodes d'accumulation graphiques (Guy 1954), puis on essaya des méthodes d'analyse intégrale (autocorrélation) ou spectrale (transformée de Fourier optique) (Boissard 1973, Chevallier et al. 1968) qui permirent de détecter des régularités sur les images de parcellaires très dégradés.

Depuis quelques années, ces méthodes sont quasi-automatisées et le filtrage optique en lumière cohérente est devenu un outil de base pour l'archéologie des paysages et la recherche des unités de mesure antiques (G. Chouquer, 1979, F. Favory, 1980) de même que les analyses par ordinateurs (Scollar, 1980).

Enfin les progrès de la méthodologie de l'interprétation des images aériennes ont permis de formaliser certaines analyses chronologiques (Darbandi 1979). Avec l'avènement de satellites de télédétection (Chevallier 1980) dont la résolution des images, 10 à 20 m, (Landsat D, SPOT), sera adaptée aux paysages agraires anciens, une automatisation de l'interprétation de vastes surfaces permettra d'étudier la dynamique de l'évolution des formes et des dimensions des parcellaires en liaison avec les réseaux routiers et les habitats.

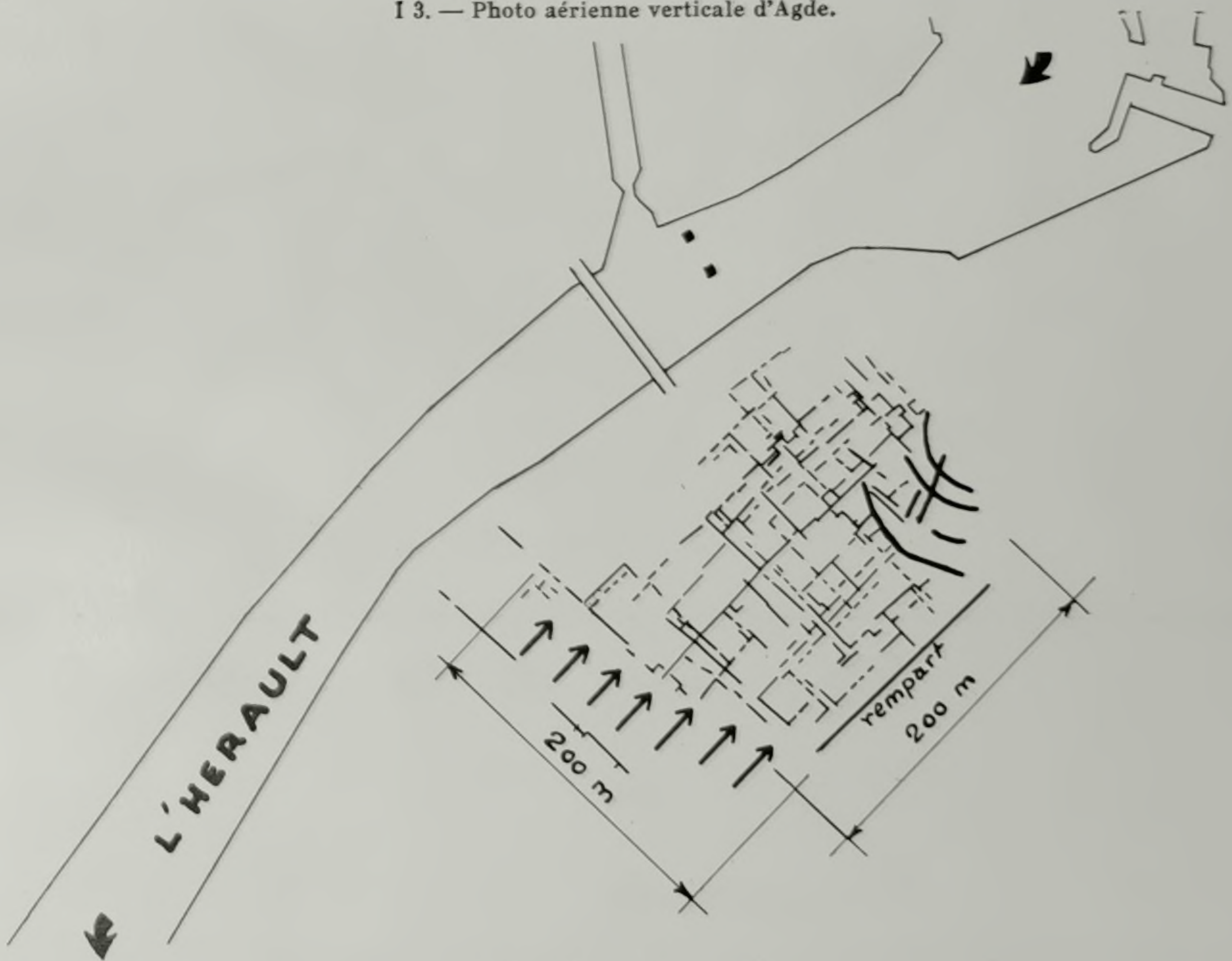
Ainsi l'histoire de la métrologie agraire et des conceptions philosophiques ou politiques qui ont présidé à la division des terres, mais aussi celle du sort que l'activité quotidienne des paysans leur a réservé, sera enrichie par l'observation directe des parcellaires venant appuyer les renseignements fournis par les textes.

Les exemples présentés illustrent seulement deux points :

- 1) les méthodes d'analyse des dimensions,
- 2) la recherche de l'évolution des chemins et du parcellaire.

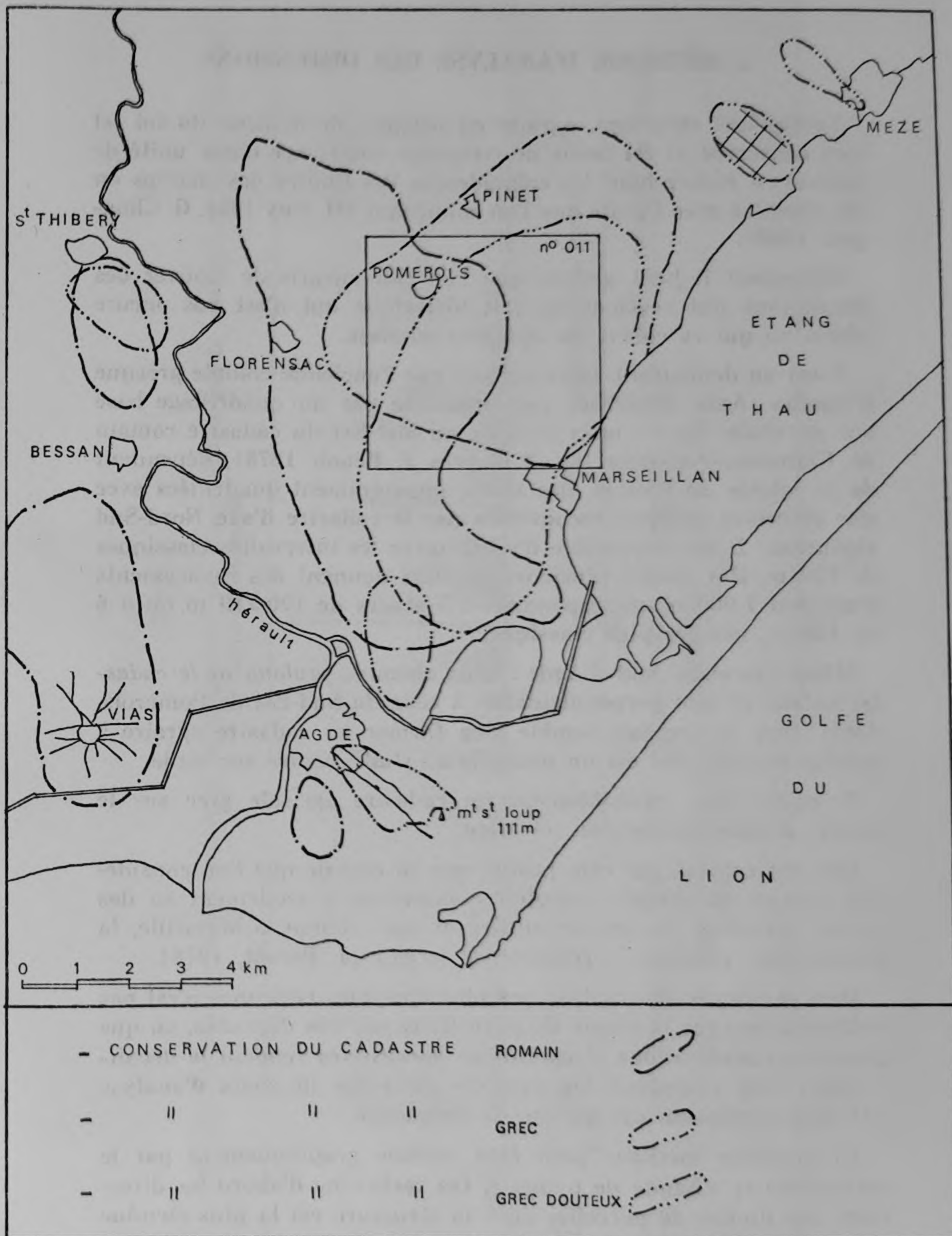


I 3. — Photo aérienne verticale d'Agde.



I B. — Interprétation.

FIGURE 2



1. MÉTHODE D'ANALYSE DES DIMENSIONS

Lorsqu'une structure, agraire ou urbaine, de division du sol est bien conservée, il est facile de retrouver l'existence d'une unité de mesure en recherchant les coïncidences des limites des champs ou des chemins avec l'unité que l'on soupçonne (M. Guy 1954, G. Chouquer 1980).

Cependant il peut arriver que l'on soit surpris de trouver des dimensions qui révèlent un fait historique qui n'est pas encore admis ou qui va contre les opinions admises.

Il est au demeurant assez naturel que l'ancienne colonie grecque d'Agatha (Agde moderne) soit organisée par un quadrillage basé sur un stade (fig. 1) mais il existe au Sud-Est du cadastre romain de Florensac-Pomerols (fig. 2 d'après J. Benoit 1978), dépendant de la colonie de Béziers, des zones, apparemment quadrillées avec une direction oblique, recouvertes par le cadastre d'axe Nord-Sud rigoureux. Il est impossible d'y retrouver les intervalles classiques de 710 m. Par contre plusieurs chemins donnent des espacements d'environ 1 000 m correspondant à 5 stades de 190-210 m ou à 6 de 166 m, mesure plus classique.

Même chose au Sud d'Agde : deux chemins *prolongent le cadastre urbain* et sont perpendiculaires à ceux du Sud-Est de Pomerols. Ainsi, tout ce système semble bien former un cadastre agraire à mailles dont le côté est un multiple du stade, centré sur Agde.

Il existe donc probablement un cadastre agricole grec sur le terroir d'Agde, Marseillan, et Mèze.

Ceci est capital, car cela prouve que la colonie que l'on considérerait comme un simple comptoir commercial a réellement eu des colons agricoles, un terroir cultivé et que, comme à Marseille, la colonisation romaine a respecté ce terroir (J. Benoit, 1978).

Mais la simple observation des photographies aériennes n'est pas suffisante lorsque la forme du parcellaire est très dégradée, ou que plusieurs cadastrations et évolutions successives rendent le déchiffrement trop complexe. On emploie alors des procédés d'analyse par autocorrélation ou spectre de fréquence.

La première méthode peut être réalisée graphiquement par le procédé de la « bande de papier ». On recherche d'abord les directions des limites de parcelles dont la structure est la plus étendue et on marque ces limites en couleur pour les distinguer.

FIGURE 3

Recherche des dimensions caractéristiques des quadrillages par autocorrélation par la « méthode de la bande de papier ».
d'après M. Darbandi.

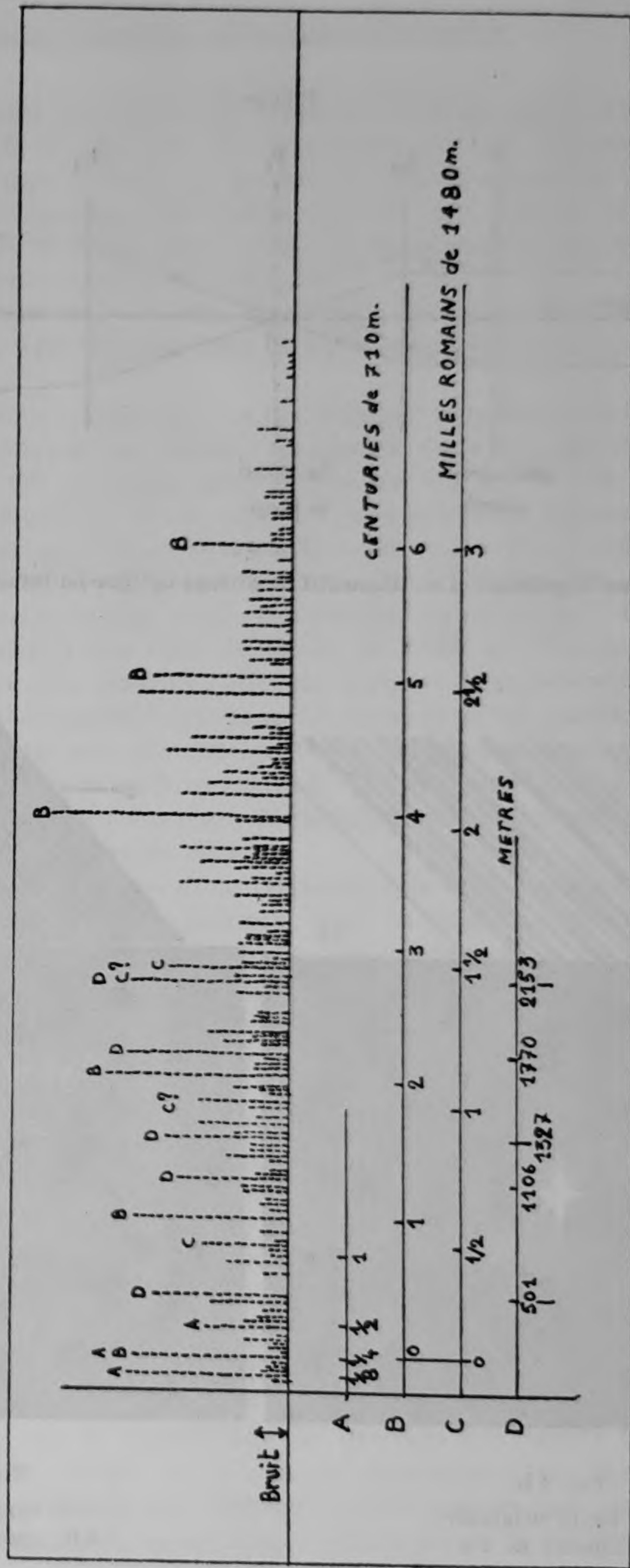


FIGURE 4

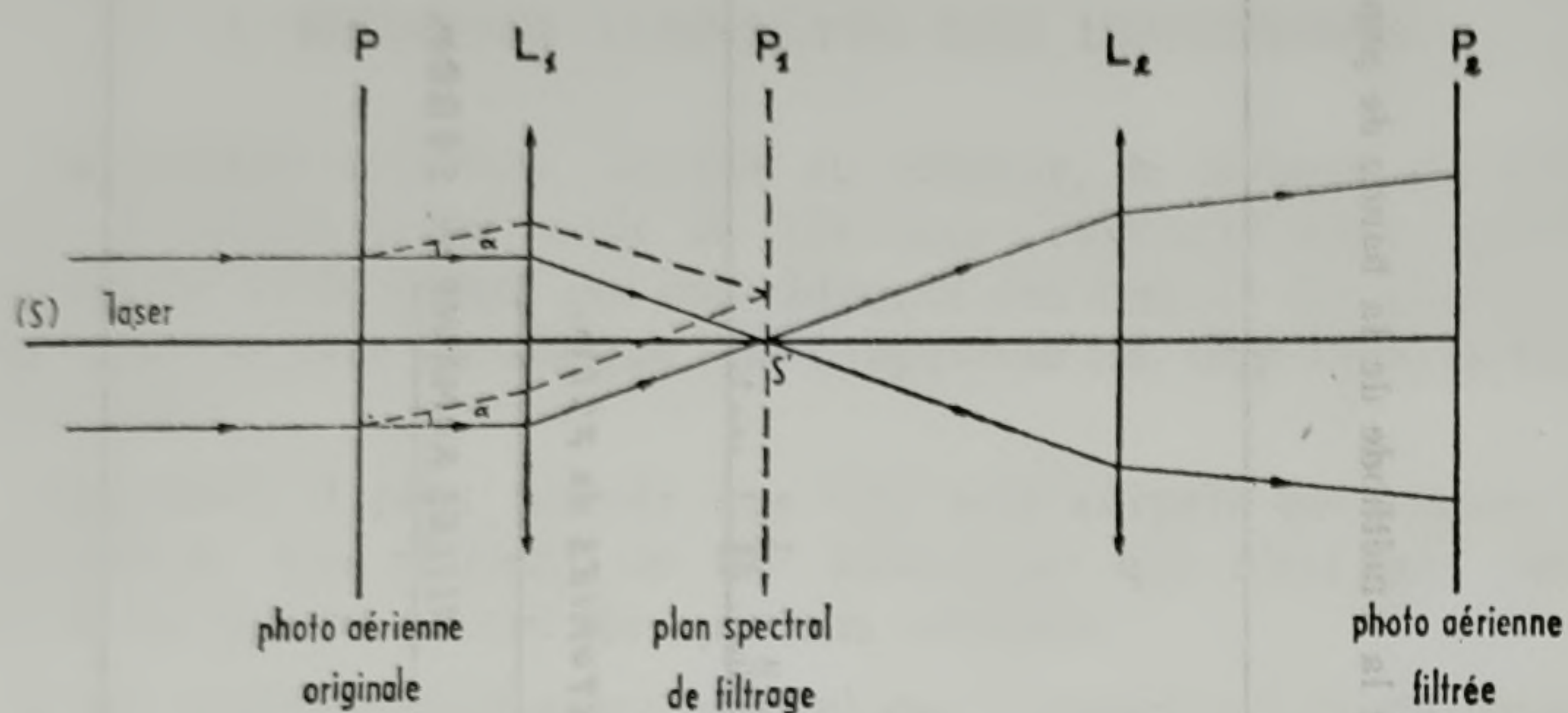


FIG. 4 a.

Schéma de principe d'un dispositif de filtrage optique en lumière cohérente.

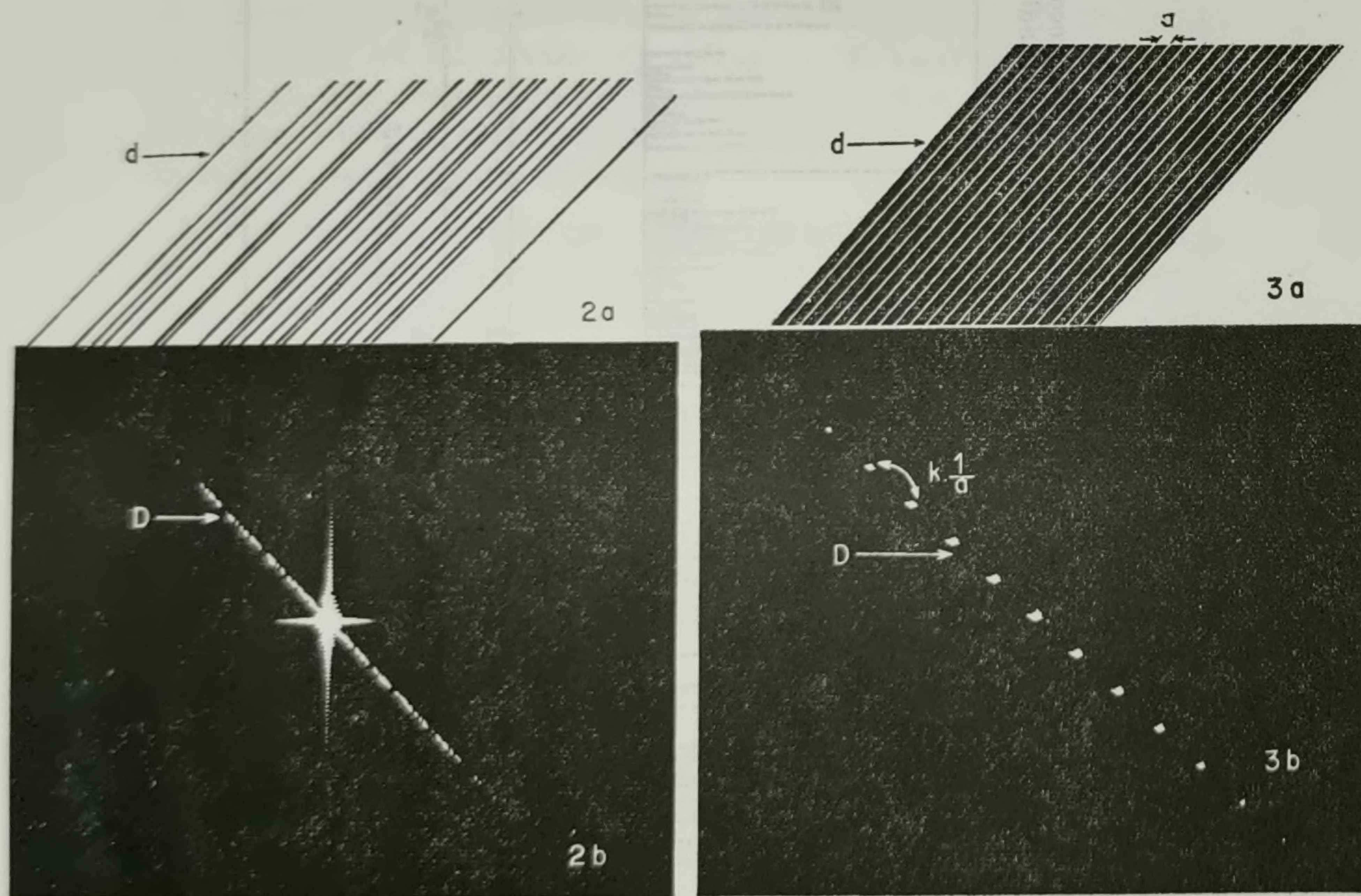


FIG. 4 b.

2 a) figure originale
2 b) spectre de 2 a.

FIG. 4 c.

3 a) figure originale
3 b) spectre de 3 a.

On place ensuite une bande de papier sur l'image, parallèlement à la direction de la structure et on marque un tiret chaque fois qu'une limite coupe la bande de papier. On décale ensuite la bande de papier vers la gauche d'une petite quantité (par exemple le plus petit espacement de deux limites voisines du réseau) et on recommence l'opération, et ainsi de suite.

La figure 3 montre le résultat d'une telle opération faite sur un cadastre romain très dégradé dans la région de Castelnaudary (Darbandi, 1979).

Sur ce graphique on retrouve un pic d'autant plus haut que la distance correspondante est mieux représentée dans les mesures de limite à limite. On remarque deux pics notés A à $1/8$ et $1/4$, et un à une demi-centurie de 710 m, dont les deux premiers apparaissent comme le déphasage d'une séquence de pics notés B, séparés très exactement par 710 m. On note aussi (marqué C) des pics moins importants, correspondant à des demi-milles romains de 1 480 m, c'est-à-dire peut-être des tiers de lieues de 2 220 m. Ceci pourrait signifier soit que l'on constate l'effet du bornage de routes suffisamment parallèles au quadrillage pour l'influencer (c'est possible aux environs de Bram) soit qu'à une certaine époque une confusion de mesures ait été faite entre 3 centuries de 710 m et une lieue (2 130 m pour 2 220) lors d'un rebornage de parcelles dont les limites principales étaient encore assez nettes.

Plus rapides et très adaptés au traitement de l'information photographique quoique un peu brutaux, sont les procédés par filtrage optique et/ou analyse de Fourier de l'image (fig. 4).

Placée dans un système optique à double diffraction (figure 4a) et éclairée par un faisceau parallèle de lumière cohérente, une photographie semi-transparente engendre d'abord une figure de diffraction symétrique par rapport à son centre (trace de l'axe optique du système). L'intensité de chaque point lumineux de la figure de diffraction est fonction du nombre d'éléments situés à la fréquence spatiale dans la direction considérée (figures 4 b, c et d). En enregistrant la figure de diffraction sur une plaque photosensible, on obtient donc un enregistrement des fréquences spatiales de la photo (Chevallier et al, 1970). Lorsque des éléments de la texture de la photo (objets élémentaires du paysage) se répètent, le spectre contient des informations statistiques précieuses que le photointerprète ne peut atteindre par l'observation directe.

Dans le cas où un quadrillage de division des terres est bien conservé (fig. 5), ce qui est le cas sur cette image de Tunisie, le spectre d'énergie obtenu par diffraction peut révéler non seulement la direction générale du quadrillage mais le mode de partage précis

des unités de base (ici centuries de 710 m). La dimension de 140 m révélée par le spectre montre que la centurie était divisée en $5 \times 5 = 25$ parcelles.

En général on ne verra qu'une croix de points lumineux apparemment « en désordre » sur les deux alignements. On va alors *filtrer* l'image originale pour supprimer tout ce qui n'est pas la direction du cadastre présumé. Pour cela, on reconstitue l'image sur un écran ou plutôt un film photographique, en rajoutant une lentille sur le banc optique, en bonne place après le plan spectral (voir fig. 4a). On place dans le plan spectral un objet, opaque sauf à l'emplacement des zones du spectre que l'on veut conserver. Par exemple le filtre pour un quadrillage sera constitué d'une croix orthogonale.

Cette méthode est particulièrement efficace lorsqu'un terroir a été cadastré deux ou plusieurs fois avec des directions voisines (parfois à quelques degrés près). C'est ainsi que Chouquer et Favory (1979) ont pu séparer les cadastrations qui, dans la vallée du Rhône, correspondaient aux divers plans gravés sur marbre affichés à Orange.

Le gros défaut de ce procédé par diffraction optique réside dans l'échelle mal adaptée des photos aériennes (1 : 50 000 ou 1 : 25 000) qui demande de traiter un nombre important d'images dont l'orientation et l'échelle exactes vont être difficiles à conserver. Inversement la surface couverte par une image Landsat est surabondante pour la taille des colonisations antiques (180 × 180 km), mais leur résolution est trop faible (80 m). A partir de 1984 nous disposerons d'images de 60 × 60 km dont la résolution sera de 10 m. (Satellite SPOT) ce qui conviendra parfaitement. Déjà les images du satellite Skylab (30 m de résolution) ont été utilisées avec profit en Italie du Nord.

Cependant, d'autres recherches sont en cours pour perfectionner les méthodes d'analyse, en leur donnant un pouvoir *chronologique*, permettant d'analyser la succession des événements qui ont marqué un terroir.

2. MÉTHODES D'ANALYSE CHRONOLOGIQUE : L'ÉVOLUTION RELATIVE DES CHEMINS ET DU PARCELLAIRE

Les méthodes d'interprétation chronologique sont basées sur l'analyse de certaines structures caractéristiques, des *relations d'ordre*, reliant des éléments de l'image choisis (ici les limites de par-

FIGURE 5

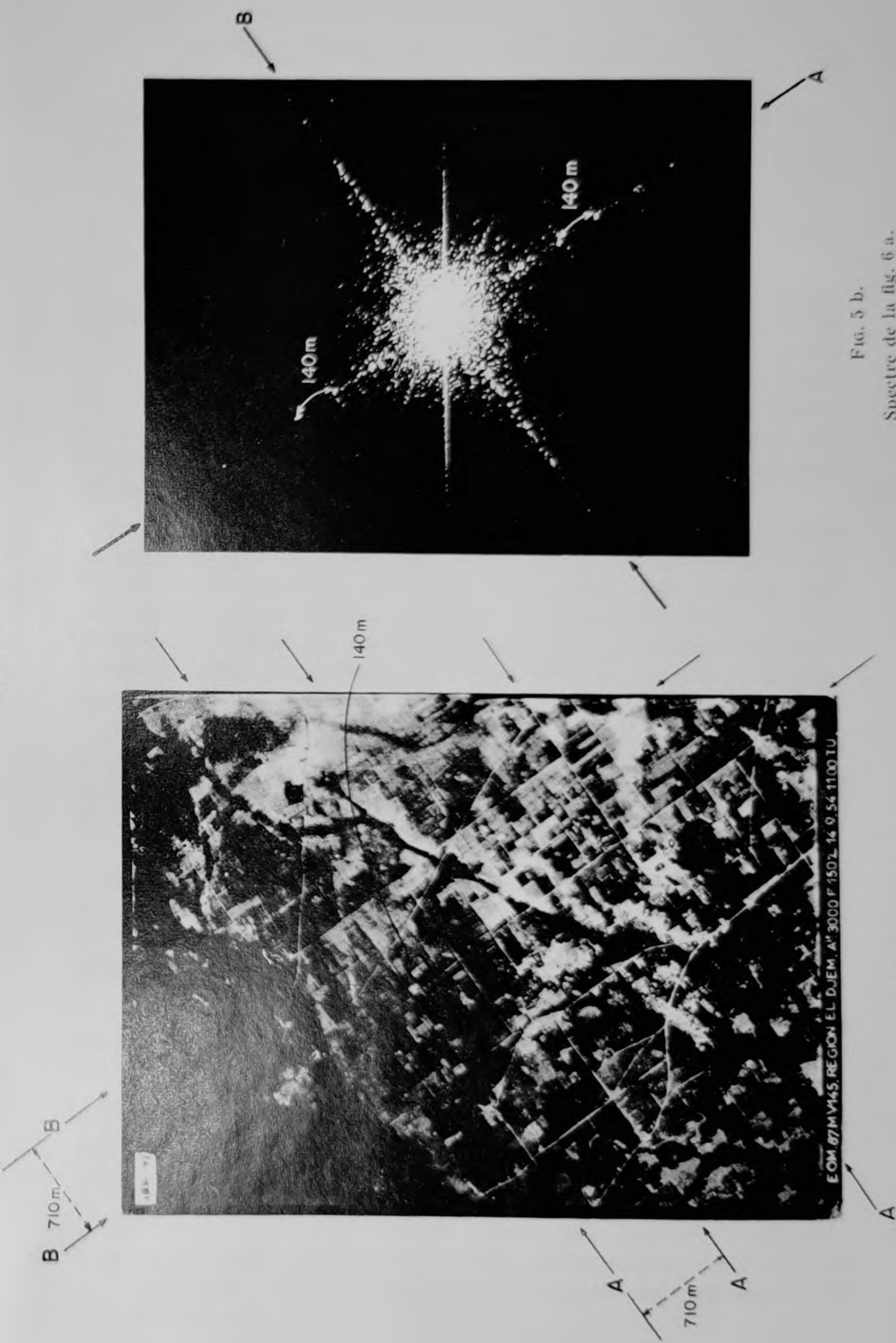


FIG. 5 b.
Spectre de la fig. 6 a.

FIG. 5 a.

Photographie aérienne originale montrant un important cadastre romain.



celles). Les éléments que l'on choisit pour construire le raisonnement, un peu comme les lettres de l'alphabet servant à construire les mots puis toute la grammaire du langage écrit, sont appelés « éléments texturaux ». L'ensemble de ces éléments, sélectionnés sur une image pour construire une interprétation, est sa « texture » (Guy, 1970).

Il va de soi que la définition d'une texture est étroitement dépendante de l'échelle de la photographie aérienne. Si, dans une image prise par satellite, la définition d'une texture permettant d'étudier les structures géologiques globales est très valable, sur la même photographie il est bien difficile d'effectuer une recherche agraire ou botanique. Si une photographie au 1 : 5 000 est parfaite pour des études pédologiques, elle ne donnerait pas satisfaction en géomorphologie.

La définition des éléments texturaux, qui est en réalité un choix de symboles (par exemple : des taches rondes de telle ou telle couleur et de tel diamètre, des carrés blancs d'un millimètre de côté, etc.) exige qu'une notion métrique soit respectée, tandis qu'une structure se définit par les relations spatiales qui existent entre des éléments définis auparavant; intervient donc là une notion de topologie.

Dans le cas de l'étude de l'organisation du paysage par l'homme, il paraît évident de choisir comme élément textural la séparation de deux types d'aménagement : limite de champ ou de culture, bord du chemin, etc..

En pratique, des lignes géométriques, rectilignes ou non, appelées « les limites », définies exactement, donnent l'élément textural qui obéit aux conditions nécessaires (Guy, 1970) à la construction d'une structure :

1° Une limite est très facilement identifiable et séparable par le simple caractère de différence entre deux sortes de textures quelconques.

2° La limite est un élément souvent répété sur une photographie aérienne.

3° Un sous-ensemble de limites est toujours une limite.

La réunion ou la rencontre de limites peut donner d'autres textures de définition abstraite, comme le croisement de deux chemins ou deux lignes parallèles ou plusieurs lignes convergeant sur le même point, etc..

L'exploitation du sol découlant de la présence et de l'activité de l'homme, les structures peuvent être attribuées à deux séries de « causes », entendues au sens large de phénomènes liés :

1. Les causes d'origine physique qui peuvent conditionner partiellement ou totalement les formes.

2. Les causes d'origine humaine qui peuvent découler

— 2-1. Soit du développement et de l'*expansion naturelle spontanée de l'exploitation du sol*. Son expression sur le sol sera une *structure de forme radiale ou étoilée*.

— 2.2. Soit une volonté autoritaire qui peut :

— 2-2-1. Imposer des limites arbitraires ou quasi arbitraires.

En effet, si la forme et la taille des parcelles dépendent de la géographie d'une région, elles dépendent aussi des pouvoirs politiques, des autorités qui peuvent imposer une forme régulière et uniforme aux paysages agraires. Il arrive que des pouvoirs suffisamment autoritaires dictent, dans un but de partage ou de planification, des organisations dont les limites sont rigoureusement perpendiculaires et parallèles, passant outre à toute contrainte naturelle ou artificielle antérieurement établie.

Ainsi quand on rencontre une telle structure quadrillée sur une grande surface du paysage avec la même orientation et une même périodicité, on ne peut douter de l'intervention d'une volonté humaine, celle d'un pouvoir politique suffisamment fort. Les *parcelles d'origine coloniale* ont une structure exemplaire qu'explique ce système juridique.

2-2-2. Faire faire des travaux d'envergure tels que : canaux, routes, chemins de fer. Ces travaux peuvent ne tenir aucun compte des structures existantes, comme ils peuvent faire obstacle à un développement naturel, conditionner le paysage et servir de base à de nouvelles organisations.

Les formes construites par des limites structurées en alignement (routes...), en étoile (terroirs des villages...), en quadrillages, ont entre elles et avec de simples limites des relations d'ordre, dont certaines sont évidemment chronologiques. En voici quelques exemples (fig. 6 à 10).

Dans la première figure (6) il est facile de dire que la ligne « a » existait avant que les lignes « b » viennent s'y ajouter puisque les lignes « b » *butent sur* « a » ; donc « b » est postérieur à « a ».

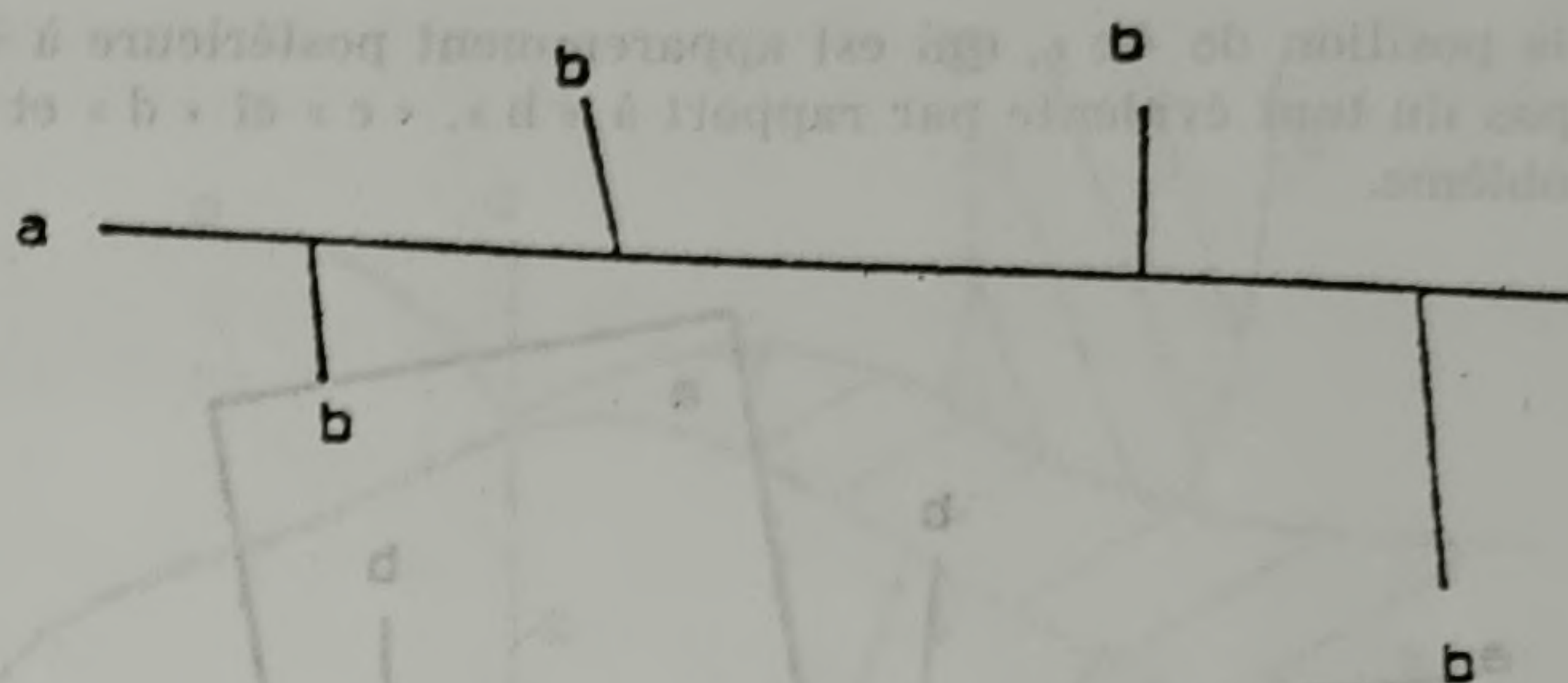


FIGURE 6

Dans la suite on notera symboliquement $b < a$ ou $a > b$ (« a » antérieur à « b »).

Cette règle est valable si « a » est nettement plus « important », c'est-à-dire plus étendu géographiquement que « b »

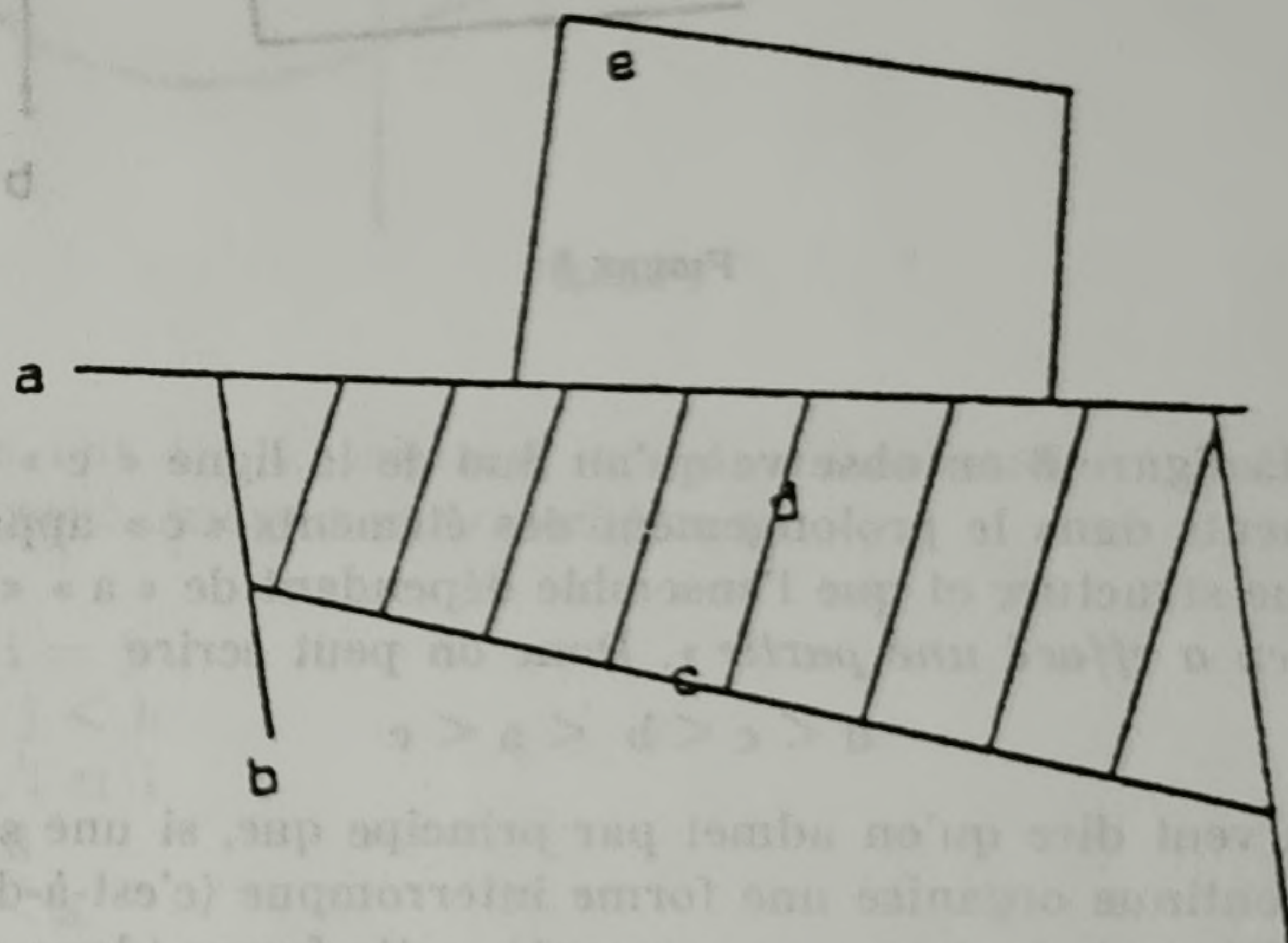


FIGURE 7

Dans cette deuxième figure, on peut dire que :

$$b < a$$

$$c < b$$

$$d < c, d < b, d < a$$

$$e < a$$

$$\text{donc } d < c < b < a$$

mais la position de « e », qui est apparemment postérieure à « a », n'est pas du tout évidente par rapport à « b », « c » et « d » et pose un problème.

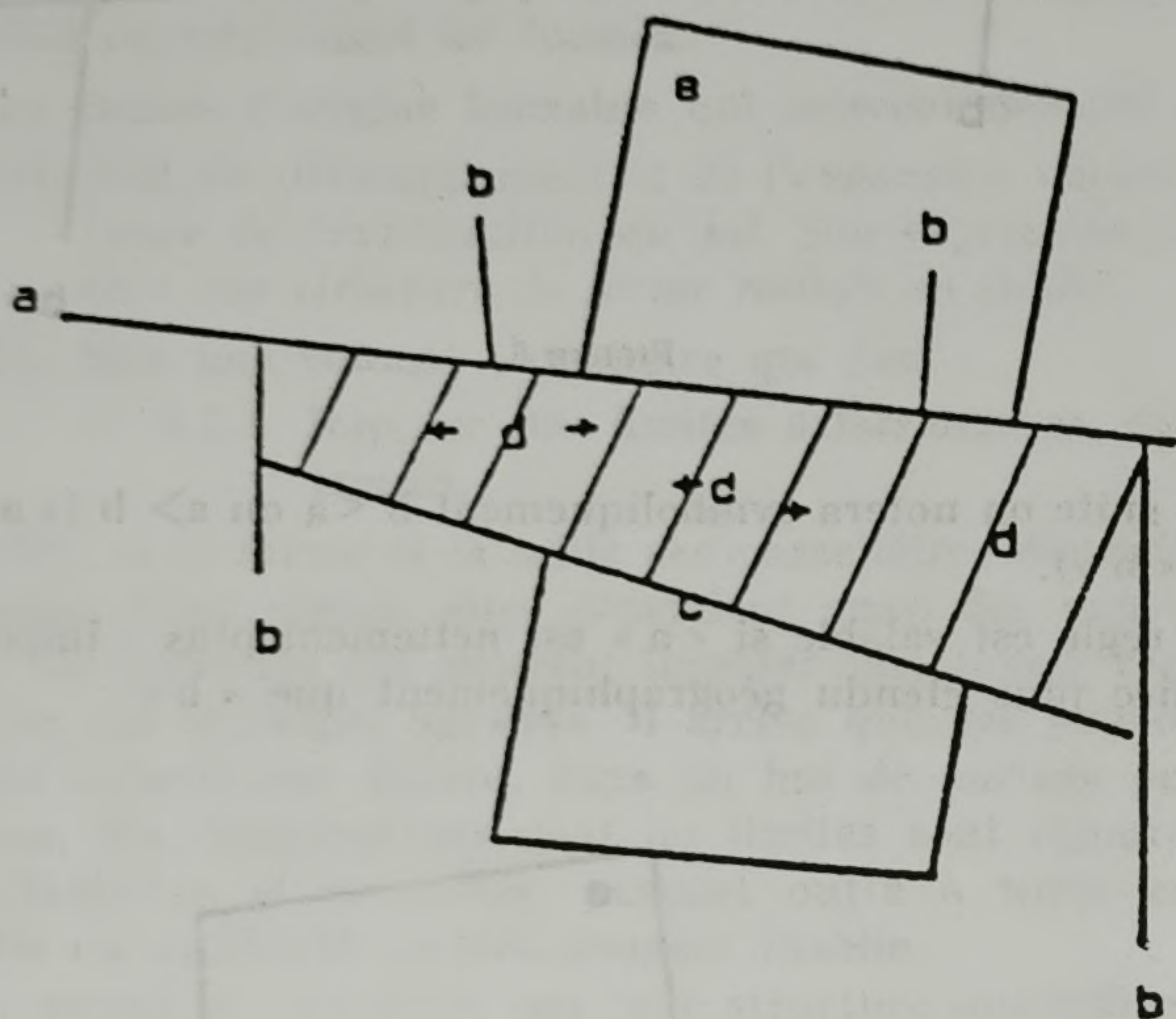


FIGURE 8

Dans la figure 8 on observe qu'au Sud de la ligne « c » il existe des éléments dans le prolongement des éléments « e » appartenant à la même structure et que l'ensemble dépendant de « a » « *l'a couverte et en a effacé une partie* ». Donc on peut écrire

$$d < c < b < a < e$$

Ce qui veut dire qu'on admet par principe que, si une structure qui est continue organise une forme interrompue (c'est-à-dire dont certains éléments texturaux manquent), cette forme (donc sa structure) est antérieure à celle qui est présente à la place des éléments texturaux manquants.

Dans la figure 9 « g » et « h » qui butent sur « f » semblent apparemment lui être postérieurs; « i » et « j » qui sont entourés par « a » semblent également lui être postérieurs. Mais il n'en est rien puisqu'une observation montre que « g » est dans le prolongement de « j » et « i » dans le prolongement de « h » et donc que g h i j est organisé comme une structure unique. Donc ces deux

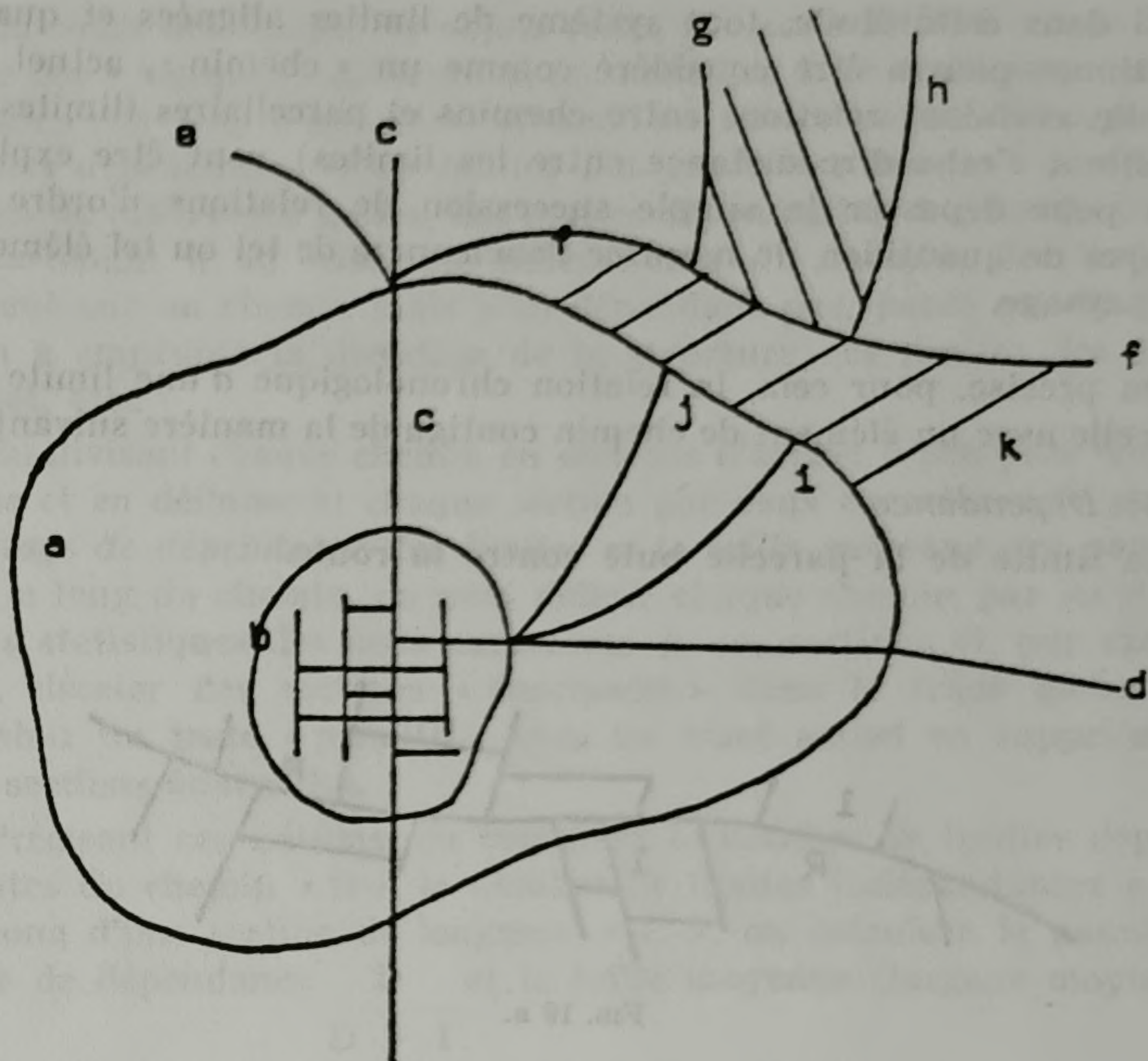


FIGURE 9

directions ont été « cachées » lors de l'établissement de « a » et « f ». On peut observer sur ce schéma :

$$b < c$$

$$g = h = i = j$$

$$g, h, i \text{ et } j < b$$

$$a < g, h, i \text{ et } j$$

$$e = f = d$$

$$e, f \text{ et } d < a$$

$$k < f$$

conclusion :

$$k < f, e, d < a < g, h, i, j < b < c$$

Une étape de l'analyse sera donc le codage des relations chronologiques entre les structures identifiées prises en bloc. Mais on peut aller plus loin.

Les parcellaires et réseaux routiers ont formé le squelette du paysage et le paysage tout court.

Si dans cette étude, tout système de limites alignées et quasi-continues pourra être considéré comme un « chemin », actuel ou fossile, certaines relations entre chemins et parcellaires (limites et « taille », c'est-à-dire distance entre les limites) vont être exploitées pour dépasser la simple succession de relations d'ordre et essayer de quantifier, de mesurer l'ancienneté de tel ou tel élément du paysage.

On précise, pour cela, la relation chronologique d'une limite de parcelle avec un élément de chemin contigu de la manière suivante :

A) *Dépendance.*

La limite de la parcelle bute contre la route.

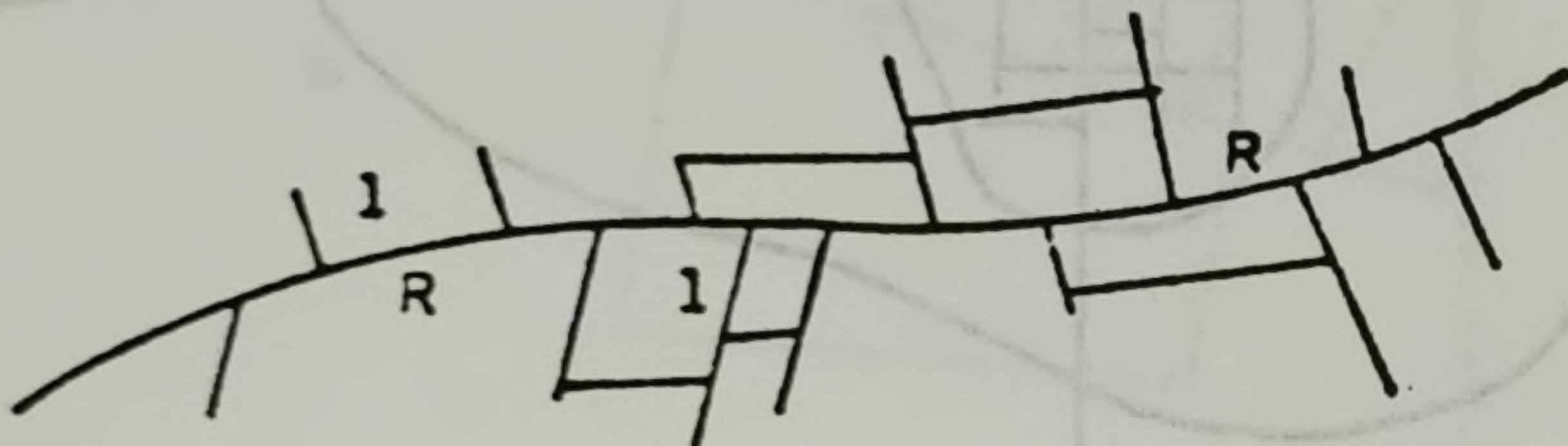


FIG. 10 a.

B) *Indépendance.*

Les limites de la parcelle traversent le chemin comme s'il n'existait pas : on peut dire que les limites ne dépendent pas de la route ou qu'elles sont indépendantes de la route. Suivant que les parcelles appartiennent à une structure d'ensemble plus importante (c'est-à-dire plus étendue) que la route, ou qu'elles sont plus ou moins irrégulières, on pourra induire des relations chronologiques différentes.

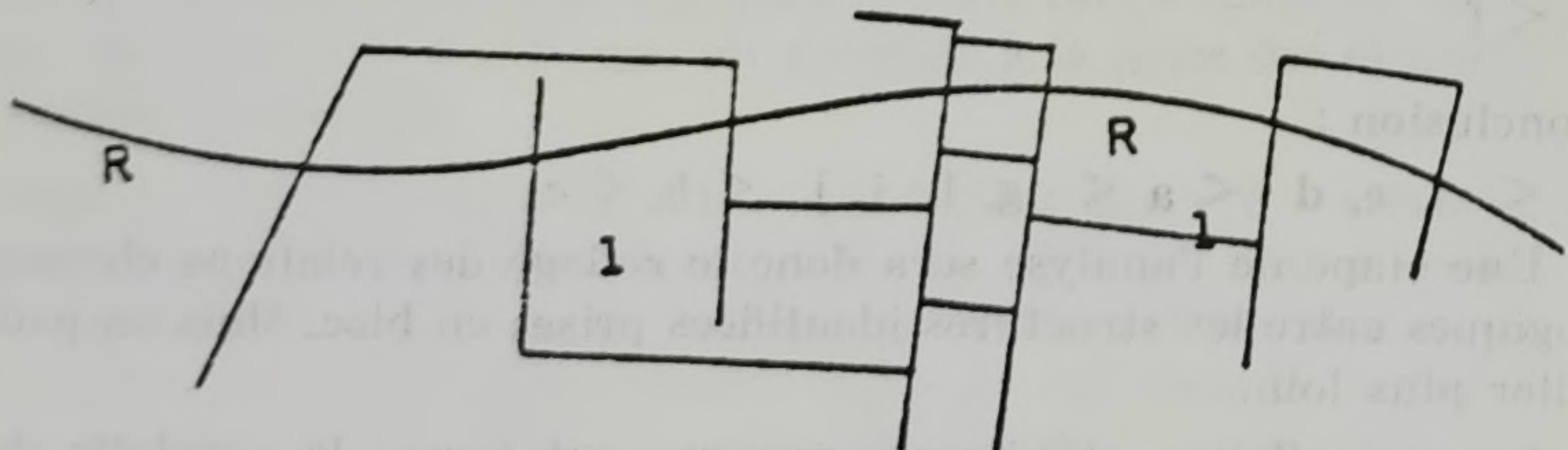


FIG. 10 b.

Au cours des temps, les objets reliés par ces relations ont évolué avec des « logiques » différentes, donnant lieu à de multiples combinaisons : le long d'un même chemin on rencontre un mélange de limites dépendantes et de limites indépendantes donnant des parcelles de différentes tailles, des limites dépendantes du chemin mais appartenant à un ensemble indépendant du chemin, des limites butant sur un chemin mais n'en dépendant pas, parce que le chemin a emprunté la direction de la structure des limites des parcelles, etc..

En divisant chaque chemin en sections d'aspect à peu près homogène et en définissant chaque section par deux caractères, le pourcentage de dépendance des limites et la taille moyenne des parcelles le long du chemin, on peut définir chaque chemin par les données statistiques des deux caractères de ses sections et, par exemple, déceler des sections « anormales » dans le tracé global et rétablir un tracé « primitif » sous un tracé actuel en supprimant les sections anormales.

Précisant ces notions, on comptera le nombre de limites dépendantes du chemin « D », le nombre de limites indépendantes « I », le long d'une section de longueur « L »; on calculera le pourcentage de dépendance $\frac{D}{D+I}$ et la taille moyenne (largeur moyenne

de la parcelle au bord du chemin) $\frac{L}{D+2I}$. En reportant les points

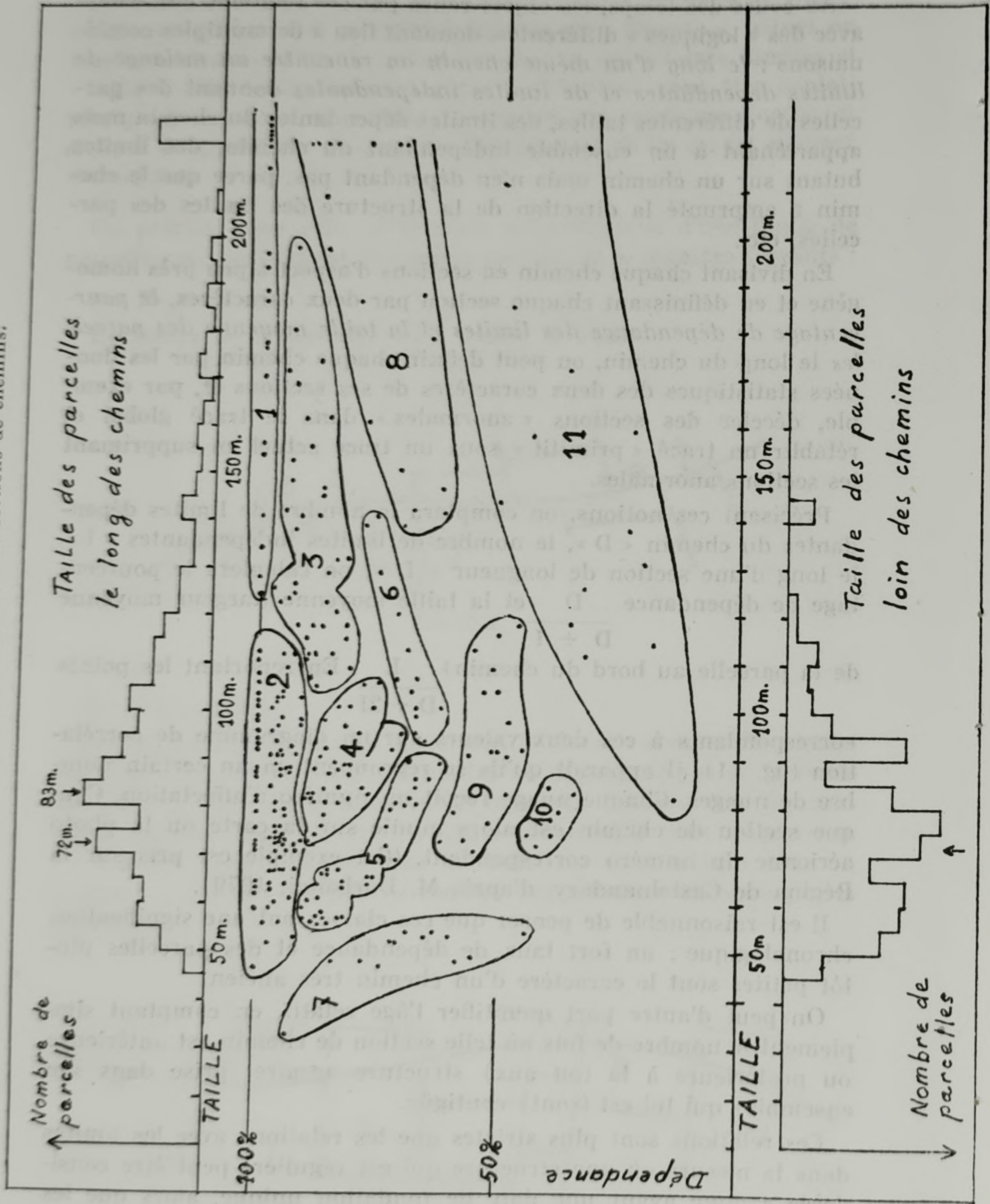
correspondants à ces deux valeurs sur un diagramme de corrélation (fig. 11), il apparaît qu'ils se regroupent en un certain nombre de nuages. Chaque nuage reçoit un numéro d'affectation. Chaque section de chemin est alors munie sur la carte ou la photo aérienne du numéro correspondant. (Cet exemple est pris sur la Région de Castelnaudary, d'après M. Darbandi, 1979).

Il est raisonnable de penser que ces classes ont une signification chronologique : un fort taux de dépendance et des parcelles plutôt petites sont le caractère d'un chemin très ancien.

On peut d'autre part quantifier l'âge relatif, en comptant simplement le nombre de fois où telle section de chemin est antérieure ou postérieure à la (ou aux) structure agraire (prise dans son ensemble) qui lui est (sont) contigüe.

Ces relations sont plus strictes que les relations avec les limites dans la mesure où une structure qui est régulière peut être considérée comme ayant une date de fondation unique, alors que les limites qui lui appartiennent peuvent avoir été créées à une époque quelconque postérieure à l'établissement de la structure.

FIGURE 11
 Détermination des sous-nuages
 définissant les « catégories » de sections de chemins.



Ces nouvelles indications chronologiques sont regroupées sur un tableau dit « matrice des relations d'ordre ». En totalisant suivant les lignes le nombre de cas où un élément de chemin est antérieur à l'une quelconque des structures et en le rapportant au nombre total de cas observés (antérieur + postérieur), on obtient un *indice d'ancienneté*.

On peut tenter une corrélation entre les catégories de chemins et cet indice. On obtient ainsi un « ordre pseudo-chronologique » des chemins.

Catégorie N° : 2 1 3 8 4 5 7 6 9 11 10
Ancienneté : 0,94 0,91 0,88 0,75 0,63 0,49 0,35 0,18 0,04 0,04 0

L'indice indique simplement quelle est la probabilité pour qu'une catégorie de chemin soit antérieure à l'une quelconque des structures agraires voisines quel que soit l'âge propre de la structure et du chemin. Il deviendra d'autant plus chronologique que les âges des structures agraires concernées seront assez également répartis dans le temps. Il importe donc de tester aussi la répartition de l'indice d'ancienneté relative des structures agraires.

En effet sur cet exemple (carte au 1 : 50 000 de Castelnaudary) l'ordre logique est beaucoup moins tranché.

<i>Indice :</i>	0,39	0,39	0,38	0,28	0,22	0,20	0,12
N° de la structure ..	1	3	2	6	0	4	5
Nom du type de la structure	Locale non classée	Est	Nord-Ouest	Divers	Topo-graphique	Saint-Papoul	Bram

Donc l'hypothèse précédente se vérifie et l'on peut admettre que l'ordre ci-avant est très probablement chronologique.

On peut enfin se demander s'il y a une signification chronologique stricte dans les catégories de chemins. Une condition pour cela est que la variation d'ancienneté d'une catégorie à l'autre suive une loi simple. Sur la fig. 12 les catégories 3, 8, 4, 5, 7, 6, 9 montrent une relation linéaire avec l'indice d'ancienneté; donc la condition requise est remplie. Les catégories 2, 1, 3 et 9, 11, 10 se comportent comme deux catégories « identiques » ou presque vis-à-vis de l'ancienneté probable, donc n'ont pas de signification chronologi-

Les nouvelles indications étiologiques sont regroupées sur un tableau dit « tableau des relations d'ordre ». En fait, on a réuni les liens de dépendance de cas où un élément de chaîne est antérieur à l'un quelconque des structures et on le rapporte au nombre total de cas observés (antérieur + postérieur), on obtient un indice d'ancienneté.

On peut tenter une corrélation entre les catégories de chaînes et cet indice. On obtient ainsi un « ordre de dépendance » des chaînes.

Le tableau ci-dessous indique les probabilités pour qu'un événement de chaîne soit antérieur à l'un quelconque des structures voisines quel que soit l'âge propre de la structure et du chemin. Il résulte de ce tableau que les probabilités de dépendance sont d'autant plus élevées que les âges des structures antérieures sont plus élevés. Il faut noter aussi la répartition de l'ordre d'ancienneté relative des structures voisines.

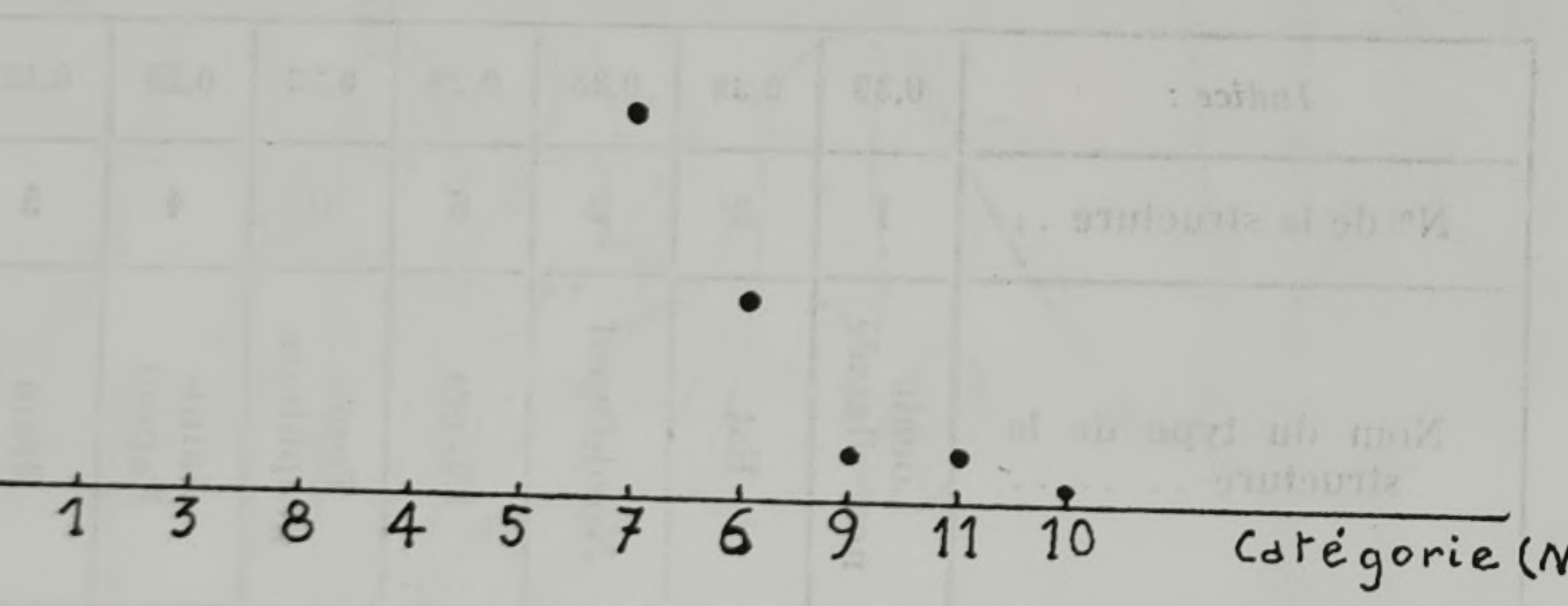


FIGURE 12

Graphique de la relation entre les catégories définies par corrélation « dépendance - taille des parcelles » (1 à 10) et l'indice d'ancienneté calculé sur les relations avec les structures (indice en %).

On peut enfin se demander si l'ordre d'ancienneté est lié à l'ordre de dépendance. On peut tenter une corrélation entre les catégories de chaînes et cet indice. On obtient ainsi un « ordre de dépendance » des chaînes. Le tableau ci-dessous indique les probabilités pour qu'un événement de chaîne soit antérieur à l'un quelconque des structures voisines quel que soit l'âge propre de la structure et du chemin. Il résulte de ce tableau que les probabilités de dépendance sont d'autant plus élevées que les âges des structures antérieures sont plus élevés. Il faut noter aussi la répartition de l'ordre d'ancienneté relative des structures voisines.

que absolue et sont presque contemporaines, compte tenu des vitesses d'évolution de ce paysage.

Il est évident que — et c'est le cas dans l'exemple d'où est extrait ce résumé méthodologique (Darbandi, 1979) — si certaines structures agraires sont datées par leurs unités de mesure et certains chemins peuvent être rattachés à des villes ou à des événements datés, les indices d'ancienneté peuvent conduire à une chronologie absolue des objets ou événements nouveaux.

CONCLUSION

Les images aériennes et spatiales ayant enregistré les formes d'un paysage construit peu à peu au cours des siècles, elles contiennent des informations sur les modes de division du sol et les unités de mesures employées pour ce travail.

Des méthodes d'analyse rigoureuses permettent d'établir une chronologie de l'occupation du sol, de rechercher des types de division caractéristiques d'un état social (colonisation, féodalité...), de préciser l'appartenance des auteurs d'un événement à la culture qui utilisait telle unité de mesure.

Actuellement ces travaux sont longs et pénibles car l'information doit être dépouillée à la main sur des photographies aériennes nombreuses.

L'aide des moyens d'analyse spectrale et du filtrage en lumière cohérente n'est pas négligeable. Mais l'apparition d'images spatiales disponibles sous forme numérique conjuguée au développement de méthodes d'analyse d'images programmables sur ordinateurs, ouvre un champ d'action sans commune mesure avec le précédent. Les satellites d'observation à haute résolution qui nous donneront dès 1984 des images adaptées, permettront de reconstituer toute une branche de la science antique, l'arpentage et l'aménagement du territoire, qui a laissé peu de textes mais sans doute plus de témoignages concrets qu'aucune autre.

BIBLIOGRAPHIE

- BARADEZ J. (1949). — Fossatum Africae, Gouvernement Général de l'Algérie, Alger 1949.
- BENOIT J. (1978). — Cadastrations antiques dans la région d'Agde. *Revue Photo-Interprétation* n° 1, 1978, pp. 1 à 9.
- BLANC A. (1953). — La Centuriation Romaine et les origines de la cité de Valence, in *Revue d'Études Ligures*, 1953, pp. 35 et ss.
- BOISSARD P. (1972). — Étude du spectre des fréquences spatiales d'une photographie, in *Photo Interprétation* n° 5, 1972, pp. 21-28.
- BOISSARD P. (1972). — Recherche d'une aide automatique à l'interprétation des images aériennes. Application à l'étude de la végétation. Thèse Orléans 1973, 100 p. + planches.
- BRADFORD J.S.P. (1947). — A technique for study of centuriation, in *Archaeology*, 1947, pp. 197-204.
- BRADFORD J.S.P. (1957). — Ancient Landscapes. Bell and son, London 1957 (XVIII + 298 pp., 103 ph.).
- CHEVALLIER R. et CAILLEMER A. (1954). — Les Centuriations Romaines de l'Africa Vetus, in *Annales*, oct.-déc. 1954, pp. 433-460.
- CHEVALIER R. et CAILLEMER A. (1956). — Atlas des centuriations Romaines de Tunisie, Institut Géographique National, Paris 1956 (carte au 1:500 000 et 43 cartes au 1:50 000).
- CHEVALLIER R. (1980). — La situation de l'archéologie aérienne, in *Dossiers de l'Archéologie*, n° 43, 1980, pp. 14.
- CHEVALLIER R. et SCHMIEDT G. (1960). — Photographie aérienne et urbanisme antique en Grande Grèce, in *Revue Archéologique*, 1960, pp. 1,31.
- CHEVALLIER R., FONTANEL A., GRAU G., GUY M. (1968). — Application du filtrage optique à l'étude des photographies aériennes, XI^e Congrès International de Photogrammétrie, *Bulletin Société Française de Photogrammétrie* 32, 1968, pp. 1-16.
- CHOUQUER G. et FAVORY F. (1979). — Contribution à la recherche des cadastres antiques. *Annales litt. univ. de Besançon*, 1, 1980, pp. 1-90, 47 figures, bibliographie.
- DARBANDI M. (1979). — Une méthode d'analyse des images aériennes pour l'étude géographique des paysages. Thèse, Toulouse 1979, 187 p. + annexe et cartes.
- GUY M. (1954). — Traces du cadastre romain de quelques colonies de la Narbonnaise in *Études Roussillonnaises*, t. IV, 1954-55, pp. 217-237.

- GUY M. (1964). — L'apport de la photographie aérienne à l'étude de la colonisation antique de la Province de Narbonnaise, in *Archéologie Aérienne (Colloque International d'Arch. Aér.)* SEVPEN, Paris 1964, pp. 117-124.
- GUY M. (1962). — Méthode d'utilisation des photographies aériennes en Archéologie, in *Bull. Soc. Française de Photogrammétrie* n° 4, 1962, pp. 36-42.
- GUY M. (1970). — Traitement des images et méthodes d'exploitation, in *Géoforum*, n° 3, 1970, pp. 47-62.
- SCOLLAR I. (1980). — In *Dossiers de l'Archéologie* n° 43, 1980, pp. 72.
- SOYER J. (1965). — La conservation de la forme circulaire dans le parcellaire français, thèse 3° cycle, Paris 1965, 167 pp. + 1 vol. Planches.

SIGLES.

- G.D.T.A. : Groupement pour le Développement de la Télédétection Aérospatiale, 18, avenue Edouard Belin, 31055 Toulouse Cedex.
- I.G.N. : Institut Géographique National.
- I.F.P. : Institut Français du Pétrole.
- SEVPEN : Service d'Édition et Vente des Publications de l'Éducation Nationale.