

→ Chouquer  
Favory  
Gonzalez

SPOT 1M (Dujon)  
Mél. C. Domergue, PALLAS, 50, 1999, pp. 327-338.

## Le parcellaire autour d'Emporion : colonisations et continuité de l'occupation

Max GUY

L'exemple du cadastre au nord de Paestum (Italie) que les fouilles de Gasparri (GASPARRI 1989-90) qui l'a découvert, puis mes observations sur des travaux d'irrigation permettent d'interpréter comme l'adaptation d'une centuriation romaine à un paysage déjà divisé par des grecs (GUY 1995), l'exemple contraire de ZADAR (Croatie) où, quoiqu'un cadastre présumé hellénistique organise le plan urbain et la campagne environnante, une limitation en centuries lui est surimposée dans une direction différente (GUY 1997), et bien d'autres cas montrent que le problème de la division des terres des colonies grecques vues après des bouleversements intervenus à l'époque romaine n'est pas simple.

Ainsi, le cas d'Emporion sujet de deux études d'interprétations contraires (BORAO-MATEU, 1987 ; PLANA-MALLART, 1994) est intéressant dans la mesure où l'on possède d'excellentes photos aériennes anciennes et des images de Spot, et qu'une observation préliminaire montre une seule orientation générale des parcelles quoique les observations métriques publiées semblent appartenir à deux ou trois systèmes.

L'image de Spot permettra d'abord de dégrossir le problème en analysant une zone assez vaste à l'ouest et au sud de la ville antique (Fig.1)<sup>1</sup> Dès 1989 diverses méthodes de segmentation de l'image pour en extraire routes et limites de parcelles ont été essayées suivies de l'étude des spectres de Fourier; mais ce travail n'avait pas été publié. Un peu plus tôt des autocorrélations à la bande de papier sur des photos aériennes de 1957, avaient donné une séquence "115m; 105m; 94,5m; 190m; 231m..." qui donnaient par addition "210m à peu près", comme à Agde. Par la suite tant à Besançon (PLANA-MALLART, 1994 et ses citations) qu'à Toulouse, trois voies techniques semblent exploitées qui combinent plus ou moins interprétation manuelle et traitement automatique des photos aériennes; voici quelques résultats comparés de ces travaux.

<sup>1</sup> Les traitements numériques sont de Jean Delézir, utilisant divers logiciels; méthodologie dans Delézir et Guy (1992), Delézir 1999, à paraître.

On a situé sur la figure 1 le cadre du morceau d'image Spot traité par segmentation, puis calcul du spectre et filtrages et aussi la zone dont R. Plana Mallart a publié les résultats de l'analyse du spectre (p 162...). La figure 2 montre le réseau des limites extrait de l'image Spot par segmentation automatique; on voit qu'il n'est pas du tout réaliste dès que le parcellaire est très morcelé car la résolution de 10m de l'image Spot est alors insuffisante, ce qui conduit à continuer d'utiliser la photographie aérienne dans de telles zones; on choisit la plus ancienne possible (ici 1957) à cause de l'urbanisation de la zone littorale<sup>2</sup>

De ces images, Spot en particulier, deux "résultats" sont tirés, comme en optique: le spectre qui est une représentation statistique des fréquences spatiales de l'image dans les diverses directions, et des filtrages, obtenus en multipliant les deux plans de la transformée par un filtre puis en appliquant aux produits une transformée inverse qui restitue une image modifiée; en réalité comme l'image filtrée perd souvent ses repères topographiques, on recombine en trois couleurs l'image originale avec les résultats d'un ou deux filtrages. Mais c'est l'analyse du spectre qui permet de choisir les filtres directionnels qui sélectionneront au mieux les détails d'un quadrillage par exemple, qui se révèle par une distribution des points du spectre en forme de croix. Quelques exemples de filtrages ont été publiés sur des sites en Italie, en Turquie, en Chine... Je ne présente pas ceux d'Emporion car le coût de l'impression en couleurs n'est pas justifié par l'apport d'information, par contre nous parlerons longuement de l'interprétation du spectre.

Rosa PLANA MALLART (PLANA-MALLART, 1994, p 162-165) donne deux tableaux de mesures sur les "cadastres" d'Emporion, d'abord "manuelles" (p 162) d'après la carte au 1/25000ème, puis en dépouillant un spectre déjà recalculé en périodes (p164, 165), sans préciser sur quelles directions, ou s'il y a fusion des deux normales, nord-sud et est-ouest. Les mesures manuelles donnent la séquence connue des sous multiples de 210m et deux "anomalies" 140m. et 150m. Ensuite, l'auteur présente le tableau des mesures données par le spectre et elle commente: "Il est donc possible de repérer la série de 600-300-150-75 pieds (*de 0,35m.*<sup>3</sup>), c'est à dire la moitié, le quart et le huitième du carré de base, série déjà constatée en partie lors de la mesure manuelle et dans la ville grecque. L'on retrouve également la série de 100-200-300 pieds, qui suit un rythme de division tous les 100 pieds (*de 0,35m*)"; puis conclut: "...la limitation du territoire emporitain pouvait être organisée à partir de *kléroï* carrés de 600 pieds de coté...". A l'inverse le travail de J.E

<sup>2</sup> Voir dans Plana Mallart 1994, p150-151 la comparaison des photos de 1957 et 1986, ou ici de l'image Spot et de la photo aérienne de 1957, figure 3.

<sup>3</sup> *Italique*: c'est moi qui précise.

BORAO-MATEU (1987) ne voyait là, il y a quelques années, que les traces d'un cadastre romain.

Comparons à cela les résultats du calcul "brutal" du spectre à deux dimensions d'un fichier image, le spectre d'une image de 5Km x 5Km autour d'Emporion calculé sur une image panchromatique Spot préalablement segmentée, celle de la figure 2.

La figure 4, avec le tableau qui sert à la construire, permet de voir une très bonne concordance des valeurs de distances inter-parcellaires, au moins pour les faibles valeurs car le spectre d'après Spot ne permet pas d'avoir une précision convenable au delà de 300 mètres; par contre le grand nombre de limites prises en compte dans le calcul permet d'avoir une précision bien meilleure que la résolution nominale de l'image (10m.). On retrouve les mêmes "paquets" de points autour de 50-52m, de 70-73m, de 105m, etc.

On peut donc considérer que les mesures obtenues sur la carte "à la main", sur les photos aériennes et sur l'image Spot par le spectre sont bien les images de la même réalité vue par trois méthodes indépendantes. Mais si Rosa Plana-Mallart a considéré une orientation globale moyenne du "quadrillage" ( $15^\circ$  à l'ouest du nord, c'est à dire  $165^\circ$  du nord vers le sud), l'analyse donnée par le spectre permet de voir que cette réalité est plus complexe, toujours en se limitant à exploiter les plus hautes fréquences pour rester dans une erreur tolérable. On a encadré par un petit carré les points de la figure 4 qui correspondent à une même longueur d'onde dans deux directions exactement perpendiculaires; ils sont nombreux, mais on constate que nombre d'autres points montrent les mêmes longueurs pas exactement orthogonales ou pire des distances isolées sur une seule des deux directions. Pour préciser examinons d'abord les histogrammes des orientations et des distances extraites de l'examen du spectre.

La figure 5 montre l'histogramme des orientations en haut, et celui des distances inter-limites cumulées sur les deux directions, en bas. On voit sur la première que si le paquet orienté à  $170^\circ \pm 2^\circ$  a son complémentaire à  $260^\circ \pm 1^\circ$ , la direction  $165^\circ$  n'a pas de complément, et qu'une direction à  $175^\circ$  n'a que peu de correspondants à  $265^\circ$ . On décèlerait ainsi une construction du parcellaire sur trois directions voisines, peut être à des époques différentes, les erreurs systématiques étant dues à des méthodes de construction différentes, car l'histogramme autour de  $170^\circ$  est franchement multimodal, pas monomodal gaussien ce qui paraît éliminer que cette forme soit due à de petites erreurs se distribuant au hasard. D'où l'hypothèse que la construction d'un quadrillage orthogonal à  $170^\circ$ - $260^\circ$  n'est qu'une partie d'un processus qui comprend aussi des bandes orientées à  $165^\circ$  et à  $175^\circ$ .

En dessous, l'histogramme des distances entre limites indique le nombre de points relevés sur le spectre dont la fréquence spatiale donne une certaine longueur d'onde; notez que chacun de ces points correspond à un très grand nombre de limites puisqu'on n'a relevé que les pics du spectre d'intensité proche du maximum. On y voit la séquence 50 (pour 52,5), 105, 210 mètres des constructions grecques en "pieds ioniens" de 0,35m, mais aussi la série 35 (pour 35,5), 70 (pour 71...), 350 mètres avec une très forte dominance de 70m. qui est le grand coté de l' *heredium* de deux *actus*, dixième du coté de la *centurie*. On ne peut donc pas ignorer l'hypothèse d'une centuriation romaine, quoique la distinction entre un *actus* de 35,5m et 100 pieds de 0,35m soit impossible, cette "confusion" ou plutôt commodité étant sans doute voulue à l'origine par les arpenteurs de

Grande Grèce; il est si commode que 120 pieds romains de 0,297 soient égaux à 100 pieds ioniens de 0,35 à un pour cent près!. A contrario, on constate qu'en milieu hellénistique non modifié par la colonisation romaine (Héraclée, Métaponte, Agde...), la séquence 52, 105, 210m est exclusivement représentée.

Mais on voit aussi des distances n'appartenant pas à un système classique, 25m, 30m., 40m., 60m avec un groupe très "lourd" vers  $90 \pm 5m$ ; on connaît dans les bastides du sud-ouest de la France une séquence 30,60,90 m, ce qui peut induire une hypothèse de remembrements médiévaux du même type métrologique ou bien même une séquence basée sur des décamètres dans des remembrements modernes, puisque cette image Spot date de 1986.

À ce stade de l'investigation il paraît évident de revenir à la photo aérienne ancienne (1957) qui permet d'analyser le paysage en "voyant" le détail de la construction du parcellaire, ce que ne permet pas l'image de Spot, et aussi d'aller sur le terrain. On voit sur la figure 3 un parcellaire très morcelé au Sud du village de L'Escaie qui avait été analysé par "autocorrélation à la bande de papier" (méthode dans DARBANDI 1981) avec un papier millimétré sur une photo agrandie au 1/10 500ème, c'est-à-dire une résolution, au sens de la télédétection, de 5 à 10m suivant l'adresse de l'opérateur, analogue à celle du panchromatique de Spot. Le résultat brut était une séquence d'écartement des grands pics de l'autocorrélation de 42, 42, 31, 63, 105, 94, 189, 178, 231m qui redonne par addition les approximations suffisante de la séquence 105, 210, 420m. ( $42+42+31=115$ ;  $115+31+63=209$ ;  $189+231=420...$ ). Ainsi un résultat d'analyse fine du parcellaire confirme bien l'hypothèse de l'origine hellénique des mesures employées; mais la même séquence donne aussi les mesures inconnues "30, 40, 60..." , en fait 31, 42, 63... avec la forte prédominance de la longueur vers 90m. ( $94, 189/2=94, 63+31=94$ ). Comme la visite sur le terrain montrait un parcellaire de gros murs d'épierrement très anciens avec un rebornage sur le chemin en mesures "romaines" (18, 35, 71...) (GUY,1983) , on devait admettre que ces mesures inconnues n'étaient pas récentes mais en gros contemporaines des mesures "hellénistiques-romaines", ou peut être antérieures.

Il est intéressant de constater que Rosa Plana-Mallart (1994, p165) obtient les mêmes mesures qui ne s'expliquent pas en pieds ioniens sur le spectre de Fourier d'une photo aérienne dans une zone du territoire assez éloignée vers le sud-ouest, mais aussi partout d'après la carte au 1/25 000ème , avec les troisième et quatrième rangs d'importance pour les longueurs d'environ 90m et 60m (p162).

Si ces divisions sont anciennes leur origine doit être recherchée dans un parcellaire contemporain ou antérieur à l'installation des grecs, "ibérique" dirait-on. Il faudra comparer les mesures agraires à celles des habitats indigènes ou aux mesures traditionnelles...

En conclusion, la méthode d'analyse du spectre d'une image de Spot permet d'obtenir très vite, sans intervention de dessin manuel, les mêmes données brutes que les autres méthodes , la photo aérienne entre autres. Ces données sont fiables puisque des variantes employées dans des laboratoires différents donnent les mêmes valeurs de distance caractéristiques des parcellaires. L'analyse du spectre de l'image de Spot est plus efficace en ce qui concerne l'analyse des orientations.

Au delà, le résultat de l'interprétation dépend beaucoup (trop!!) des préalables ou de l'orientation de la recherche de l'auteur: Rosa Plana-Mallart cherchait une *Chora* correspondant à la colonie grecque, elle ne voit qu'elle; J. Boraó Mateu ne voit que le cadastre romain, certainement présent d'après les mesures; mais il aurait du déceler dans son analyse que la prédominance d'une direction laissant supposer une division en bandes, une morphologie grecque était probable à un stade antérieur; les deux familles de spectres montrent aussi des mesures "inconnues" trop répétées pour être fortuites dont il faudra se préoccuper. En effet, ici comme ailleurs (Métaponte, Crimée...), il y a sans doute eu acculturation des autochtones peut être avant (Agde) et certainement pendant une colonisation qui ne s'est pas faite en une seule fois sur d'aussi vastes surfaces. L'archéologie du paysage doit donc être conduite comme une science d'observation, sans *a priori* historique, sous peine de ne prendre en compte dans une évolution complexe, humaine, que les images de schémas connus.

#### Ouvrages cités

- BORAO-MATEU J.E., 1987, Las posibles centuriaciones ampuritanas, *Annals de l'institut d'Estudis empordanesos*, 20, 1987, 277-326.
- DARBANDI M. et GUY M., 1981, La contribution des images spatiales et aériennes à la connaissance des mesures utilisées pour la division des terres dans l'Antiquité, *Pallas*, XVII, 1981, 101-121.
- DELÉZIR Jean, à paraître, 1999, Une analyse du cadastre d'Empuries, *Nouvelles de l'Archéologie*.
- GASPARRI D., 1989-90, La fotointerpretazione archeologica nella ricerca storico-topografica sui territori di Pontecagnano, Paestum e Velia. *AnnOrNap*, XI, 1989, 253-270; XII, 1990, 229-242.
- GUY M., 1983, Existence de bornages divisionnaires dans une centuriation antique, *Cadastres et espace rural*, Paris, 1983, 315-317.
- GUY M. et DELÉZIR J., 1993, Apport du traitement numérique et des images satellitaires à la connaissance des parcellaires antiques, *RAN*, 26, 1993.
- PLANA-MALLART, Rosa, 1994, *La chora d'Emporion. Paysages et structures agraires dans le nord-est catalan à la période pré-romaine*, Paris, Les Belles Lettres, 1994, 230 p.

## Légendes des Figures

Figure 1: Extrait d'une image Spot non redressée, orientée comme l'orbite du satellite, les deux traits noirs sont les lignes  $x=504$  et  $x=508$  du quadrillage kilométrique de la carte au 1/50000ème. Le cadre noir en bas à gauche montre la surface de la photo aérienne dans laquelle est calculé le spectre de Fourier présenté par Rosa Plana-Mallart; le cadre gris au centre contient l'extrait (figure 2) où l'on dessine les limites par logiciel avant d'en calculer le spectre. Le petit cadre rectangulaire blanc, en bas à droite, montre la surface représentée sur la photo aérienne de la figure 3. Il est important de constater que les résultats numériques obtenus sur des images variées de parties du territoire aussi dispersées sont parfaitement cohérents à travers plusieurs procédures, ce qui valide la méthode.

Figure 2: Le logiciel utilisé simule le dessin des limites de parcelles que fait l'interprète en préalable à l'interprétation (tracé gris); le calcul du spectre de Fourier peut se faire soit sur l'image originale mais il est brouillé par les facteurs écologiques et culturels, soit sur le dessin de ces limites. Après le calcul du spectre l'interprète choisit une direction de filtrage et une tolérance pour le filtrage de l'image en vue d'avoir le dessin des limites (tracé noir); dans les zones où les parcelles sont de trop petite taille le dessin gris est confus mais le logiciel de filtrage extrait une partie des limites appartenant au "cadastre" recherché. On peut évidemment réaliser toute une série de dessins de limites et de filtrages en direction pour tester les hypothèses.

Figure 3: Photographie aérienne ancienne du sud-est de la ville de L'Escaze, là où le parcellaire est ininterprétable sur l'image Spot; le trait noir indique le profil sur lequel avait été calculée l'autocorrélation; les bornes ont été trouvées le long du chemin indiqué par deux tirets blancs. Actuellement, tout ce territoire est bâti de résidences secondaires et les anciens chemins sont très perturbés par le nouveau réseau urbain qui, cependant, conserve la direction globale de l'ancien parcellaire.

Figure 4: Graphique montrant la répartition des distances interparcellaires calculées sur le spectre de Fourier de l'extrait d'image Spot (fig.2) en fonction de l'orientation des limites; les points triangulaires formant une colonne à  $165^\circ$  représentent les résultats de Rosa Plana-Mallart obtenus ailleurs sur le territoire. Les nombres inscrits dans la colonne centrale sont les mesures canoniques du système romain en souligné et du système hellénique entre parenthèses. Lorsqu'une distance est retrouvée dans deux directions exactement perpendiculaires les deux croix représentant cette distance sont entourées d'un carré.

Figure 5: En haut, histogramme des orientations des limites d'après le spectre de la zone couverte par la figure 2; on remarque un plus grand nombre d'orientations autour de  $170^\circ$  qu'autour de la direction perpendiculaire, ce qui peut laisser supposer un découpage en bandes; mais la forme plus régulière du chapeau à  $260^\circ$  induirait que le découpage primaire est celui-ci, alors que les irrégularités autour de  $170^\circ$  suggèrent des limites ajoutées; ou antérieures et "couvertes" par le nouveau découpage?

En bas, histogramme des distances entre limites, les deux directions perpendiculaires étant confondues; les distances indiquées en romain sont les distances canoniques d'un système romain, les nombres en italique sont les distances canoniques d'un système hellénique.



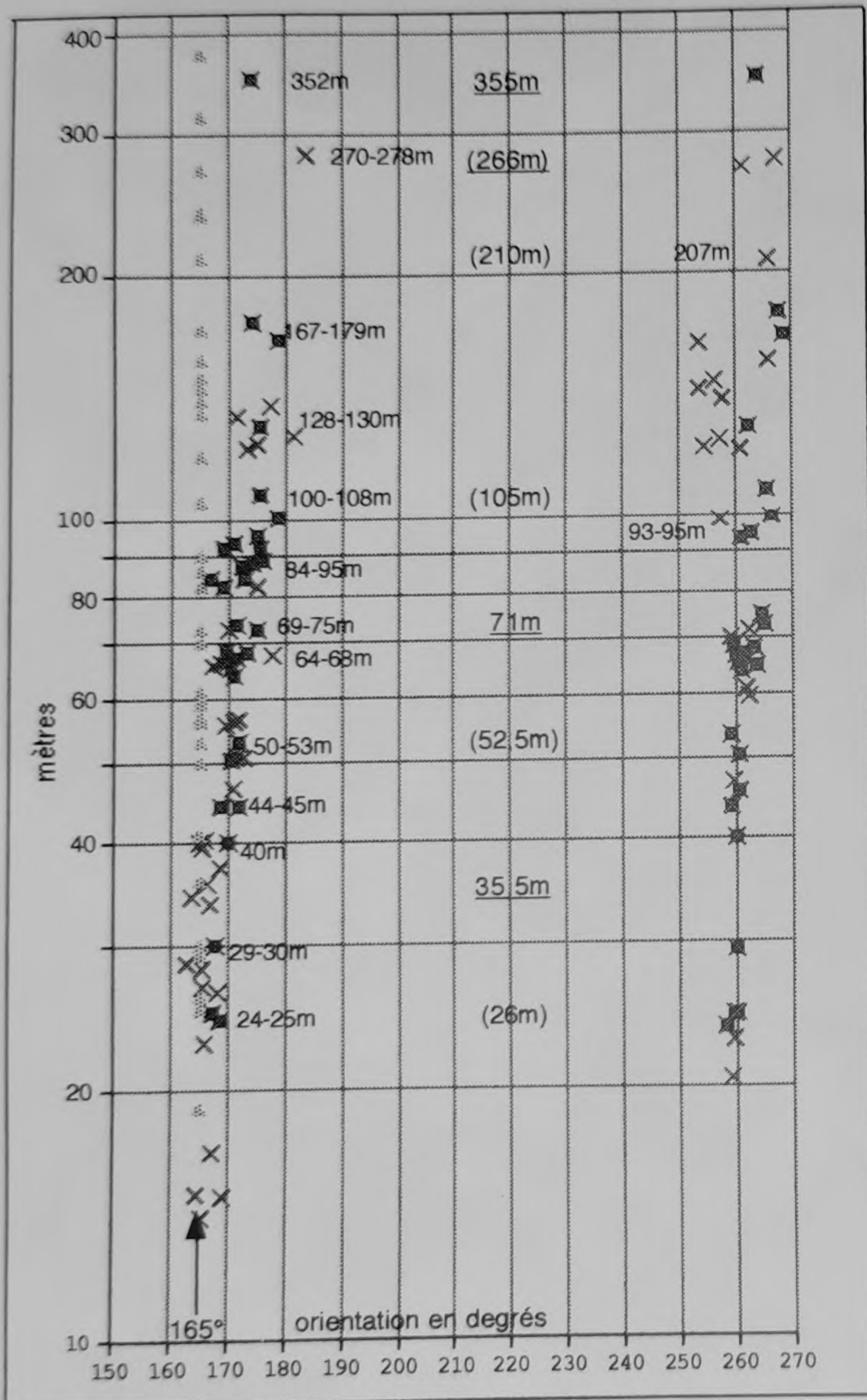
1

Image SPOT © CNES 1986 distribution SPOT-IMAGE









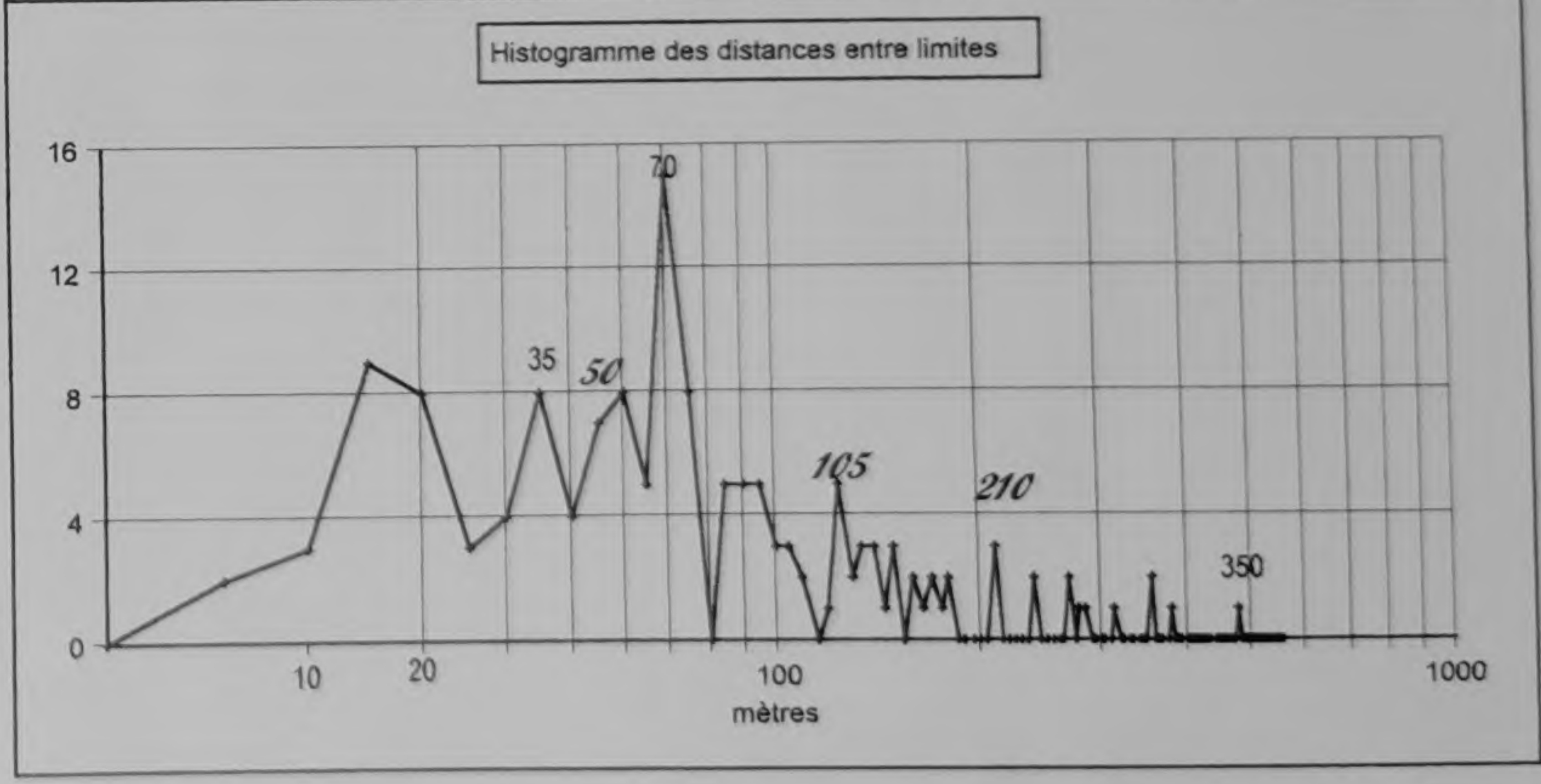
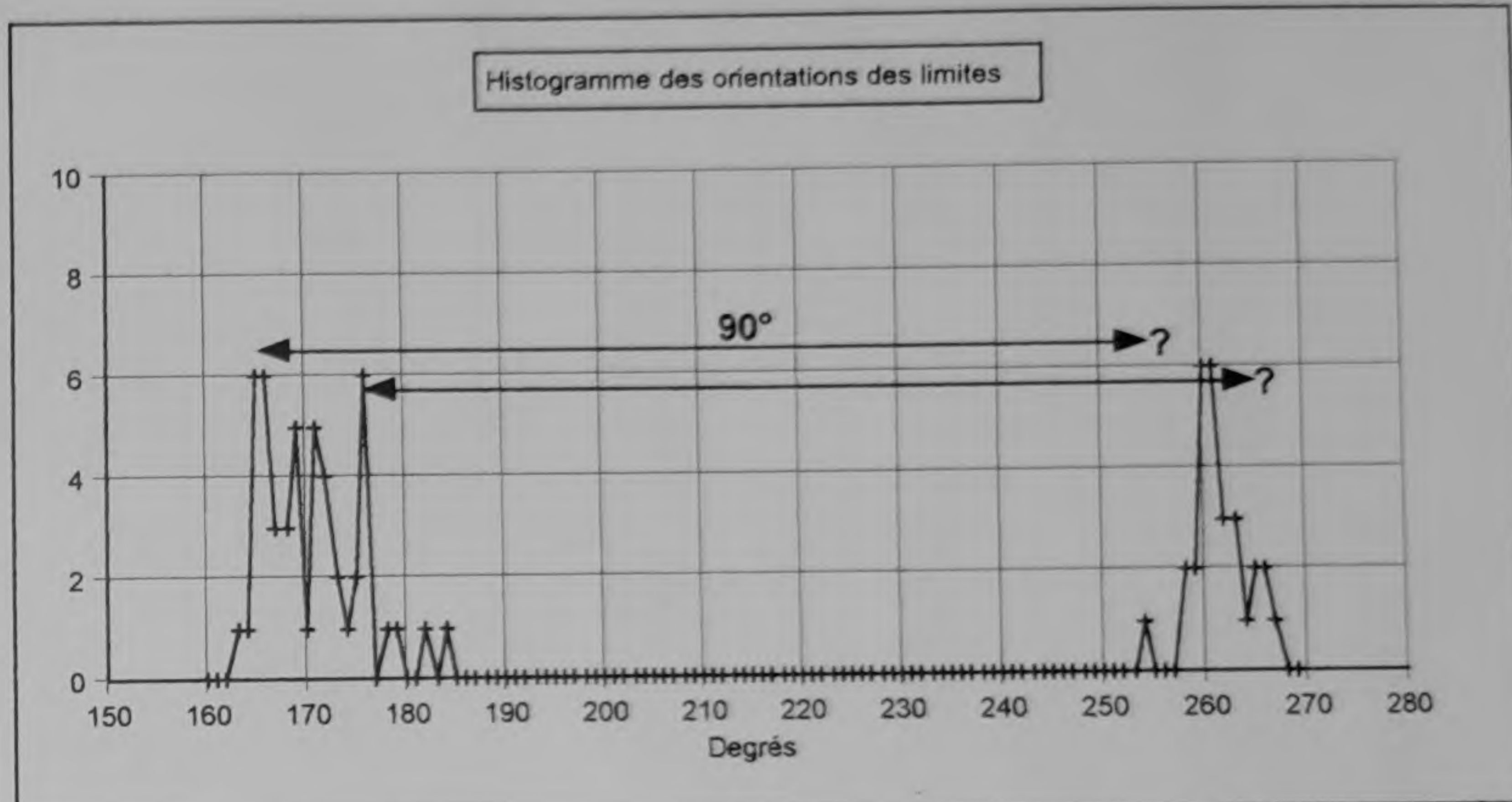


Tableau des mesures utilisées dans cette étude

Spectre SPOT				Rosa PLANA			
°/Nord	mètres	°/Nord	mètres	°/Nord	mètres	°/Nord	mètres
165	14	172	51	175	82	165	19
169	15	173	51	169	83	165	25
165	15	172	53	167	84	165	26
167	17	259	53	173	84	165	29
259	20	170	56	172	87	165	30
166	23	171	56	174	88	165	36
260	23	172	57	176	89	165	41
258	24	262	60	175	92	165	50
169	24	262	61	169	92	165	53
259	24	261	64	171	93	165	56
260	25	171	64	261	93	165	57
167	25	264	65	263	94	165	59
168	26	171	65	175	95	165	60
165	27	261	65	257	98	165	61
165	28	167	66	266	100	165	70
163	28	262	66	179	100	165	73
260	29	169	66	265	108	165	82
168	30	170	67	175	108	165	86
167	34	260	67	261	121	165	90
164	34	172	67	255	122	165	105
166	36	262	67	173	123	165	105
169	37	178	68	175	124	165	120
165	39	173	68	257	124	165	135
165	40	263	68	181	127	165	140
170	40	170	69	262	128	165	146
260	40	260	69	175	130	165	150
166	40	259	70	172	135	165	158
259	43	262	72	177	139	165	172
169	44	265	73	258	139	165	210
172	44	175	73	253	143	165	210
260	45	170	73	256	147	165	237
171	47	172	74	266	155	165	240
260	47	265	75	253	164	165	270
170	50	175	82	179	167	165	315
260	50	169	83	269	167	165	378
				174	176	165	473
				268	179	165	631
				266	207	165	946
				262	270	<b>En gras</b>	
				267	278	<b>dimensions</b>	
				184	283	<b>prises dans</b>	
				264	352	<b>la plaine</b>	
				174	352		