

N-730

ANALYSE DE CELLULES A SOMATOSTATINE
DU DUODENUM DE POULET

=====
S. BEUCHER

FONTAINEBLEAU

DECEMBRE 1981

ANALYSE DE CELLULES A SOMATOSTATINE DU
DUODENUM DE POULET

Rapport d'Etude

L'objet de cette étude était de calculer les surfaces de cellules à somatostatine de la jonction gastro-duodénale du poulet. On disposait de deux populations de poulets, la première constituée d'individus ayant subi une pancréatectomie, la seconde d'individus normaux. A partir d'une série de diapositives, il s'agissait de détecter ces cellules révélées par immuno-fluorescence.

Description de l'algorithme

Les cellules à analyser se caractérisent par des niveaux de gris plus clairs que le fond. Ce sont des objets généralement convexes, à contours flous, à l'intérieur desquels on remarque un noyau sombre plus ou moins excentré.

Des algorithmes de détection de type seuillage s'étant avérés très insuffisants, la méthode utilisée est assez complexe et mérite d'être décrite succinctement.

1/ Définition des cellules

Nous avons décidé de nous intéresser à certains objets présentant des caractéristiques géométriques et de niveaux de gris particulières. Cette façon de procéder permet de définir d'une manière non paramétrique les cellules à détecter. Nous appellerons donc cellule toute composante connexe de l'image présentant les caractéristiques suivantes :

- objet plus clair que son environnement, présentant un noyau sombre.

- le noyau devra ne pas être trop excentré (en pratique, cela signifie que ce cytoplasme devra entourer complètement le noyau).

- l'objet devra être convexe ou relativement convexe (ceci permet donc d'éliminer les artefacts dont la forme est le plus souvent très irrégulière mais aussi les amas de cellules).

2/ Algorithme utilisé

a) balayage des niveaux de gris

Dans un premier temps, l'échelle des gris est parcourue, en partant des niveaux les plus élevés (les plus clairs). On définit donc à chaque étape de balayage un seuil. Toute composante connexe de l'image seuillée présentant au moins un trou est détectée. Cette composante connexe est isolée. Si cette composante connexe est le prolongement d'une composante connexe avec trous précédemment détectée, elle est alors éliminée. Si par contre cette composante ne rencontre aucune composante connexe précédente, elle est conservée et ajoutée aux composantes antérieures. La figure 1 explicite davantage le processus.

b) géométrie des cellules

Parmi les objets mis en évidence à l'aide de la procédure précédemment décrite, figurent les cellules mais aussi certains artefacts, ou encore des amas de cellules. Les cellules sont alors marquées à l'aide d'un algorithme d'érodés ultimes. L'algorithme serait trop long à décrire ici. On en trouvera une description succincte dans [2]. Une cellule se caractérisera donc par une seule composante connexe de son érodé ultime.

c) quelques remarques

Les cellules coupant le bord du champ de mesure sont éliminées, avant mesure de la surface de chaque cellule et de son noyau.

La procédure de détection utilisée suppose que les niveaux de gris du cytoplasme et du noyau sont relativement constants à l'intérieur d'une cellule donnée. Si cela est vrai pour le cytoplasme, pour le noyau par contre les variations ne sont pas négligeables, ce qui explique les grandes variations de taille du noyau mesurées sur les cellules.

Pour des raisons de vitesse de traitement, l'échelle des gris n'est pas balayée totalement. Les niveaux de gris les plus sombres ne sont pas analysés car la probabilité d'y trouver une cellule analysable y est évidemment très faible. Cela ne change en rien la généralité de l'algorithme.

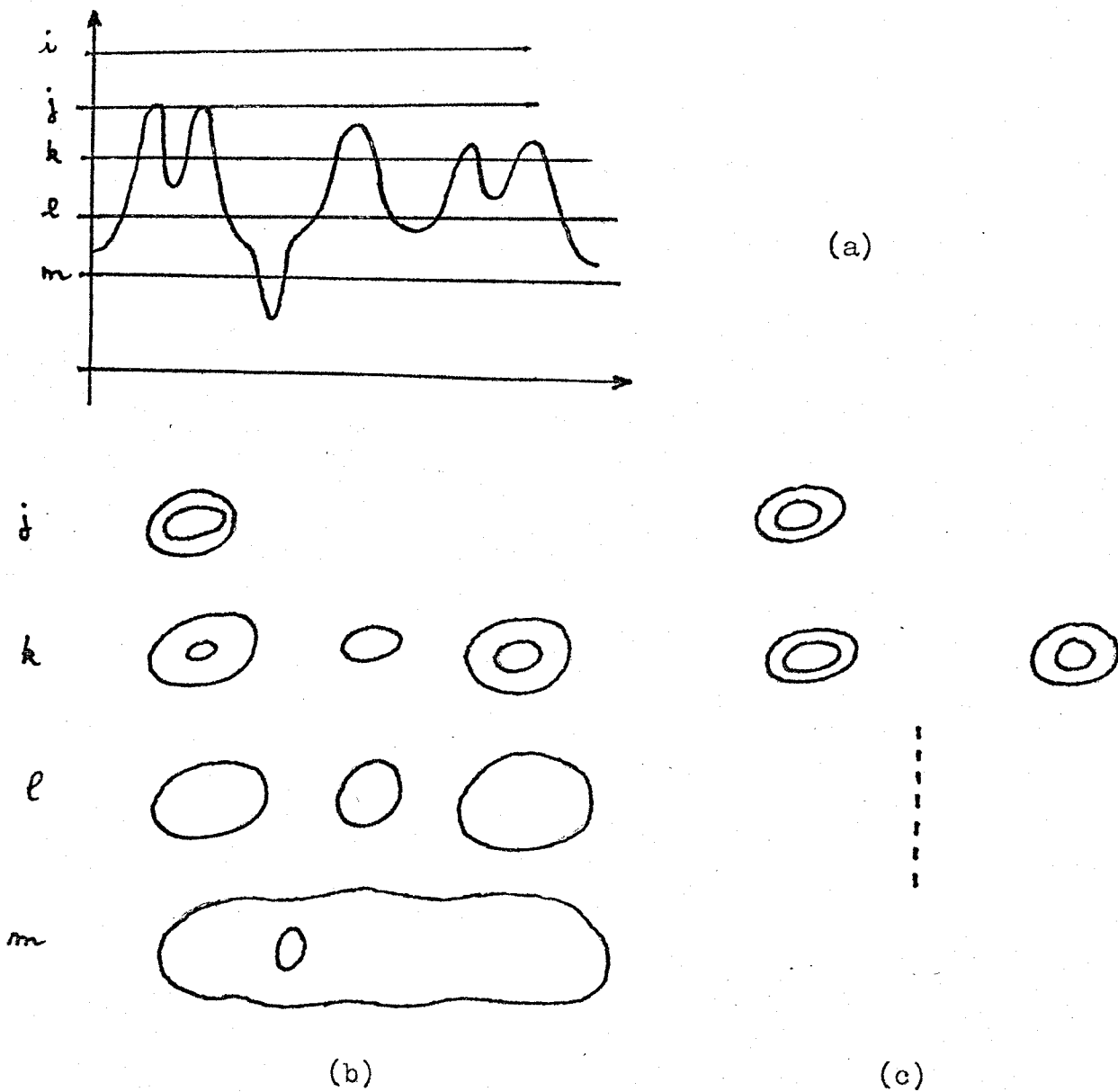


Figure 1 : Principe de la détection des cellules

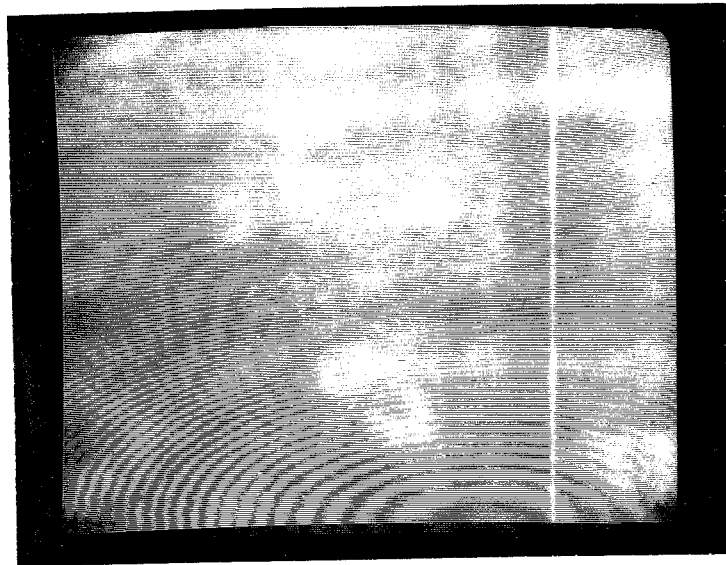
(a) coupe de la fonction de gris

(b) seuils successifs

(c) cellules détectées à chaque étape

La figure 2 illustre les résultats obtenus sur un échantillon à la fin de la procédure. (Deux cellules ont été rejetées, la première à cause de son faible contraste, la seconde car elle coupe le bord du champ de mesure).

(a)



(b)

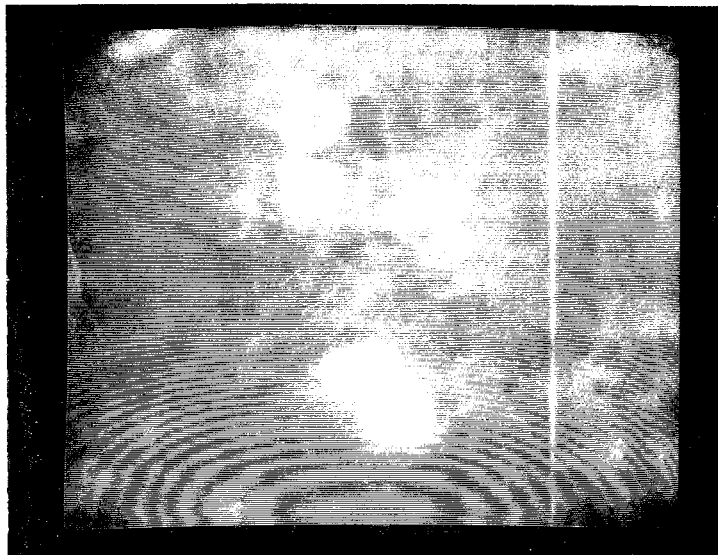


Figure 2 : Exemple de détection de cellules
a) image initiale
b) cellules et noyaux extraits

Résultats

Nous disposons de 8 sujets, sur lesquels ont porté les mesures de cellules. Du fait de la sévérité des conditions imposées aux cellules pour être analysables, très peu d'entre elles étaient détectées dans chaque champ de mesure. Ceci ajouté au petit nombre d'échantillons disponibles pour certains sujets explique la grande disparité du nombre de cellules analysées pour chaque sujet.

Les résultats des mesures sont regroupés en annexe ainsi que les histogrammes par sujet.

Comme on l'a indiqué plus haut, les mesures de taille de noyaux sont à considérer avec la plus grande prudence. En effet, les valeurs de gris des noyaux étant, à l'intérieur d'une même cellule, très inhomogènes, il s'ensuit une grande variabilité des tailles mesurées. 450 cellules furent mesurées au total. L'existence de deux populations distinctes n'apparaît pas de façon évidente, bien que les tailles moyennes soient très différentes d'un sujet à l'autre. Ceci peut s'expliquer en partie par la grande variabilité des tailles observées chez un même sujet. La bimodalité de la population est parfois plus évidente chez un unique sujet (c'est en particulier très net pour le sujet 2849). L'histogramme établi pour l'ensemble des 450 cellules laisse apparaître un glissement de l'histogramme vers les fortes valeurs mais la bimodalité de l'histogramme n'est pas là non plus très apparente.

A N N E X E

Résultats des mesures effectuées

Histogrammes.

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
109.69	5.10
100.51	10.20
65.81	3.57
71.42	3.57
121.42	3.57
95.91	10.20
78.57	7.65
136.22	13.26
133.16	11.22
84.69	3.57
148.46	28.57
131.12	15.81
121.42	7.14
109.69	5.10
98.97	5.10
195.91	6.12
55.61	5.10
117.85	3.57
130.10	15.30
82.65	5.10
75.00	3.57
85.20	5.10
73.97	5.10
87.75	3.57
102.55	14.79
85.20	8.16
88.26	3.57
151.53	10.71
69.89	6.12
86.73	9.69
45.91	3.57
80.61	23.46
87.75	14.28
247.95	13.26
85.71	9.18
86.22	6.12
47.95	14.28
146.93	5.10
89.28	10.71
101.02	7.14
155.10	7.14
100.00	3.57
127.55	6.12
90.81	17.34
123.46	6.12
115.81	10.71
92.34	17.85
85.71	6.12
124.48	3.57
147.44	21.42
132.65	3.57
58.16	5.10
119.38	12.24
122.44	11.73
46.42	5.10
77.04	3.57
73.97	11.73
109.18	5.10
150.00	3.57

89.28	8.16
129.08	6.12
79.08	10.20
120.91	15.81
132.65	20.40

NOMBRE DE CELLULES : 64
SURFACE MOYENNE CELLULES : 104.96
SURFACE MOYENNE NOYAUX : 8.88
ECART-TYPE CELLULES : 34.963
ECART-TYPE NOYAUX : 5.559

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
64.28	11.22
213.26	9.18
115.81	13.26
103.06	7.14
146.42	17.85
77.04	16.32
131.12	22.95
144.38	25.00
136.22	3.57
42.85	3.57
85.20	22.95
176.53	18.36
116.32	15.81
156.63	3.57
72.44	23.46
150.00	13.26
166.32	29.08
112.24	3.57
141.32	10.20
61.22	13.77
154.08	14.28
181.12	8.67
158.67	6.12
166.83	10.71
122.44	3.57
91.32	16.32
151.53	20.40
227.55	3.57
88.77	3.57
100.51	5.10
176.02	3.57
156.12	10.71
132.14	28.57
112.24	3.57
127.55	24.48
221.42	12.24
113.77	23.46
124.48	17.85
175.00	30.10
132.65	26.02
181.12	11.73
204.59	34.69
69.89	3.57
155.61	23.97
68.36	5.10
126.53	11.73
79.08	3.57
98.97	15.30
125.00	17.34
144.89	12.75
120.91	21.42
186.73	16.32
207.65	21.93
193.87	27.55
94.89	12.24
147.95	16.83

65.81	16.83
93.87	24.48
99.48	11.22
103.57	20.91
85.71	9.18
92.85	9.18
163.77	9.18
94.89	3.57
62.24	5.10
77.55	3.57
56.63	3.57
140.30	24.48
130.10	35.20
79.59	3.57
170.40	27.55
102.55	23.46
94.38	12.24
105.10	32.14
116.83	18.87
87.75	7.14
170.40	37.24
87.24	13.26
55.61	5.10
41.83	3.57
112.24	12.75
204.59	20.40
87.24	8.67
139.79	26.53
80.61	5.10
77.04	5.10
60.71	3.57
107.14	9.69
84.18	6.63
86.22	10.71
137.24	31.63
138.26	23.97
141.32	16.83
107.65	28.57
94.89	5.10
42.85	3.57
65.81	3.57
231.12	11.22
97.44	8.16
169.38	5.10
76.53	11.73
146.42	17.34
115.30	24.48
213.26	8.16
107.65	16.83
98.46	32.14
108.16	9.18
79.59	3.57
105.61	13.77
107.65	20.40
104.08	13.77
88.77	23.46
65.81	3.57
172.95	9.18

69.89	3.57
95.40	27.04
142.34	30.10
131.63	25.51
187.24	12.24
107.14	19.38
176.53	14.79
76.02	3.57
77.04	6.12
20.40	3.57
136.73	12.75
97.44	24.48
143.87	23.46
134.69	17.34
155.61	14.28
141.32	6.63
148.97	18.87
55.61	7.14
157.14	29.59
94.89	6.12
160.71	27.55
118.36	19.38
77.55	7.14
147.95	17.85
138.26	16.83
120.91	20.91
104.59	13.77
48.97	3.57
61.73	8.16
58.67	3.57
71.42	9.18
188.26	25.00
57.14	6.12
99.48	13.26
201.02	22.44
83.16	9.69
132.65	5.10
93.36	5.10
119.38	20.40
79.08	8.16
167.34	7.65
155.61	35.20
160.20	12.24
146.42	12.24
167.85	27.04
31.63	3.57
114.28	19.38
88.26	6.12

NOMBRE DE CELLULES : 162
 SURFACE MOYENNE CELLULES : 119.21
 SURFACE MOYENNE NOYAUX : 14.33
 ECART-TYPE CELLULES : 43.933
 ECART-TYPE NOYAUX : 8.882

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
59.18	3.57
94.89	6.12
85.71	5.10
54.59	5.10
47.44	3.57
66.83	7.65
68.87	6.63
47.44	5.10
67.85	5.10
47.95	3.57
114.79	23.97
83.67	11.73
68.87	5.10
40.81	8.16
96.42	3.57
73.46	9.69
134.18	27.04
159.69	22.95
68.87	13.77
117.85	32.65
52.04	8.16
36.73	3.57
76.41	5.21
59.41	1.58
101.81	7.93
119.50	22.90
67.12	9.29
78.45	11.33
130.15	21.54
81.17	20.63
74.82	5.21
49.88	3.17
120.86	3.17
82.31	2.72
36.05	2.26
21.31	2.72
107.25	29.47
48.97	1.58
122.22	3.40
79.13	20.18
80.27	15.41
174.37	21.76
92.97	1.58
48.29	3.62
111.33	8.16
80.95	13.83
82.99	7.02
72.33	1.58
53.06	1.58
30.38	1.58
128.57	7.02
99.09	9.52
158.05	22.90
137.41	14.96
172.78	3.40

NOMBRE DE CELLULES : 55
 SURFACE MOYENNE CELLULES : 84.87
 SURFACE MOYENNE NOYAUX : 9.64
 ECART-TYPE CELLULES : 36.176
 ECART-TYPE NOYAUX : 8.198

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
56.19	2.06
29.33	2.47
66.32	8.47
63.63	4.33
69.21	4.54
86.77	17.35
69.62	7.02
34.91	10.33
12.39	1.44
61.36	7.02
54.13	2.06
26.44	1.44
55.99	11.57
54.75	5.57
94.42	7.23
41.32	5.37
73.14	5.78
64.87	4.13
66.32	16.52
46.07	5.37
112.19	5.37
62.60	10.12
50.00	8.05
48.14	1.44
26.23	2.06
111.77	6.81
41.94	7.23
41.52	1.44
116.11	15.90
19.83	1.44
56.19	9.09
64.25	11.98
87.80	3.30
59.09	17.35
14.46	1.44
77.06	7.23
76.23	3.30
18.59	2.47
96.07	3.92
58.47	2.68
40.49	5.37
58.47	2.06
36.15	1.44
82.02	19.42
143.80	7.02
97.10	23.76
80.37	12.60
57.23	8.88
75.41	20.45
68.59	2.06
55.78	2.06
73.34	4.13
61.15	11.77
64.87	3.51
39.25	2.06
32.85	2.68

52.27	5.16
22.10	1.44
61.57	14.25
80.57	15.49
83.26	4.13
75.82	2.06
72.52	1.44
124.38	6.19
41.73	2.06
84.29	6.19
51.85	2.89
149.38	24.58
45.24	10.12
50.82	6.19
64.46	7.02
58.88	2.68
61.15	3.30
69.00	18.18
84.91	5.78
50.20	1.44
86.57	2.47
29.95	1.44
65.70	9.50
52.27	3.92

NOMBRE DE CELLULES : 80
SURFACE MOYENNE CELLULES : 63.14
SURFACE MOYENNE NOYAUX : 6.75
ECART-TYPE CELLULES : 26.604
ECART-TYPE NOYAUX : 5.619

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
157.33	2.91
69.92	2.91
56.60	4.99
102.80	2.91
95.73	4.16
77.00	2.91
99.89	6.24
131.11	9.98
67.84	4.16
54.11	4.16
81.99	7.90
35.79	5.41
92.40	13.31
39.54	2.91
61.60	9.57
81.99	4.16
102.80	13.73
105.30	4.16
65.76	9.15
64.09	12.90
77.83	18.31
70.34	2.91
38.29	4.16
36.21	4.16
72.84	8.32
100.31	2.91
133.19	22.89
43.70	4.16
95.73	2.91
49.11	4.16
77.41	4.16
84.07	18.73
86.57	17.48
55.77	10.82
47.03	10.82
48.28	7.90
78.66	4.16
62.43	7.49
189.38	13.73
127.36	6.65
68.67	11.65
106.13	5.82
63.68	4.16
68.26	6.24
57.44	4.16
62.43	10.82

NOMBRE DE CELLULES : 46
SURFACE MOYENNE CELLULES : 79.23
SURFACE MOYENNE NOYAUX : 7.57
ECART-TYPE CELLULES : 31.546
ECART-TYPE NOYAUX : 4.923

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
126.53	7.07
124.03	22.47
181.06	21.22
149.42	7.07
153.17	4.99
44.95	2.91
136.94	6.65
250.98	4.16
76.58	12.48
117.79	4.99
119.04	14.15
50.78	2.91
86.16	12.90
96.14	6.65
122.37	21.64
183.14	2.91
126.95	5.41
266.80	7.07
91.15	12.90
103.64	5.41
168.57	14.56
134.02	2.91
91.98	5.41
110.71	12.90
99.89	8.32
171.90	9.98
96.14	2.91
113.21	22.89
105.72	9.57
149.42	7.49
76.17	14.98

NOMBRE DE CELLULES : 31
SURFACE MOYENNE CELLULES : 126.62
SURFACE MOYENNE NOYAUX : 9.61
ECART-TYPE CELLULES : 48.423
ECART-TYPE NOYAUX : 6.034

SUJET NO : 2855

11)

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
159.41	13.31
144.01	11.65
136.94	11.23
241.83	4.99
101.14	2.91
98.64	4.99
93.23	5.41
126.95	9.57
176.89	5.82
117.37	23.72
109.88	7.49
105.72	2.91
208.94	5.41
148.17	7.07
141.51	15.81
251.82	4.99
167.32	22.06

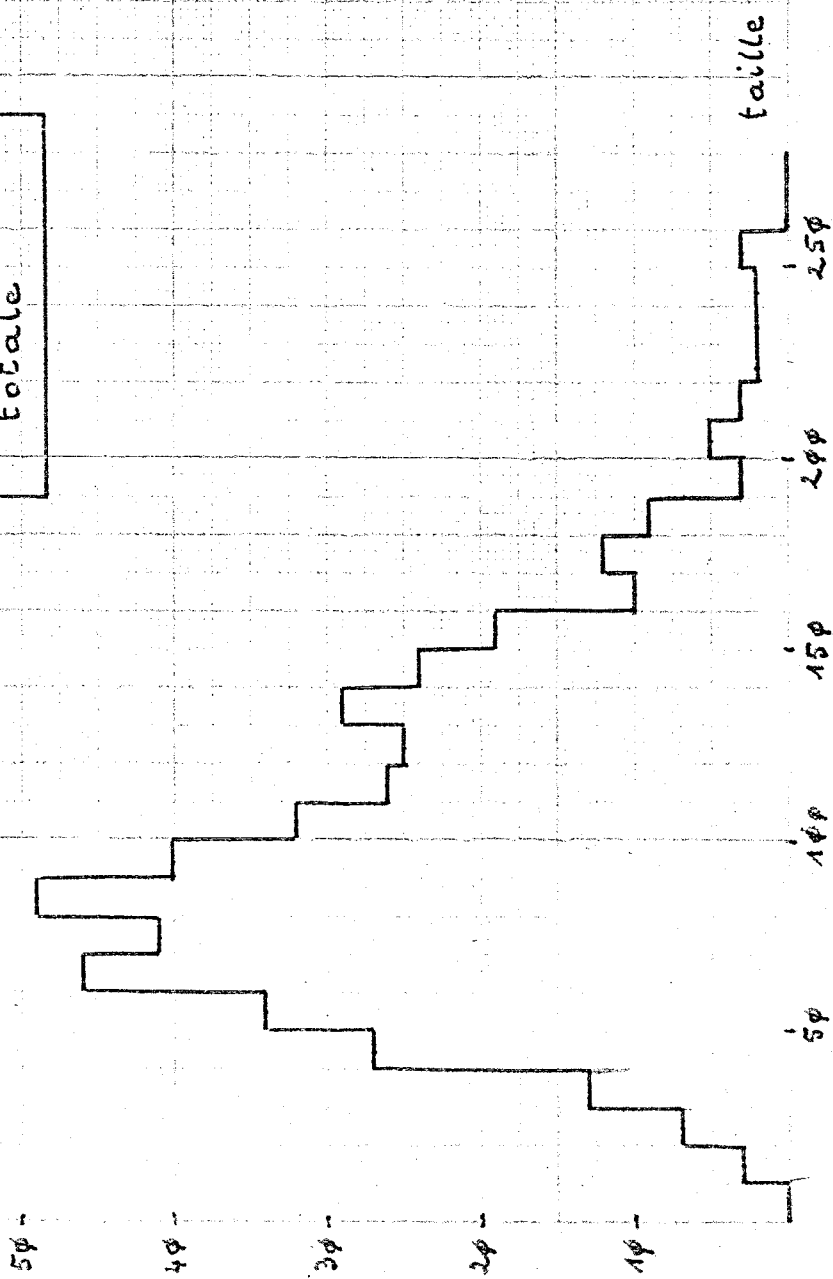
NOMBRE DE CELLULES : 17
SURFACE MOYENNE CELLULES : 148.81
SURFACE MOYENNE NOYAUX : 9.37
ECART-TYPE CELLULES : 46.688
ECART-TYPE NOYAUX : 6.070

TAILLE CELLULE	TAILLE NOYAU
131.52	2.91
211.44	6.65
329.65	4.16
171.90	25.80
234.33	39.54
194.38	19.97
135.27	30.80
99.47	14.15
30.80	2.91
150.26	2.91
90.32	12.48
183.14	17.06
86.16	6.24
151.50	5.82
83.66	14.15

NOMBRE DE CELLULES : 15
SURFACE MOYENNE CELLULES : 152.25
SURFACE MOYENNE NOYAUX : 13.70
ECART-TYPE CELLULES : 71.178
ECART-TYPE NOYAUX : 10.852

Nombre

population
totale



Nombre

15 -

10 -

5 -

SUJET 2849

10

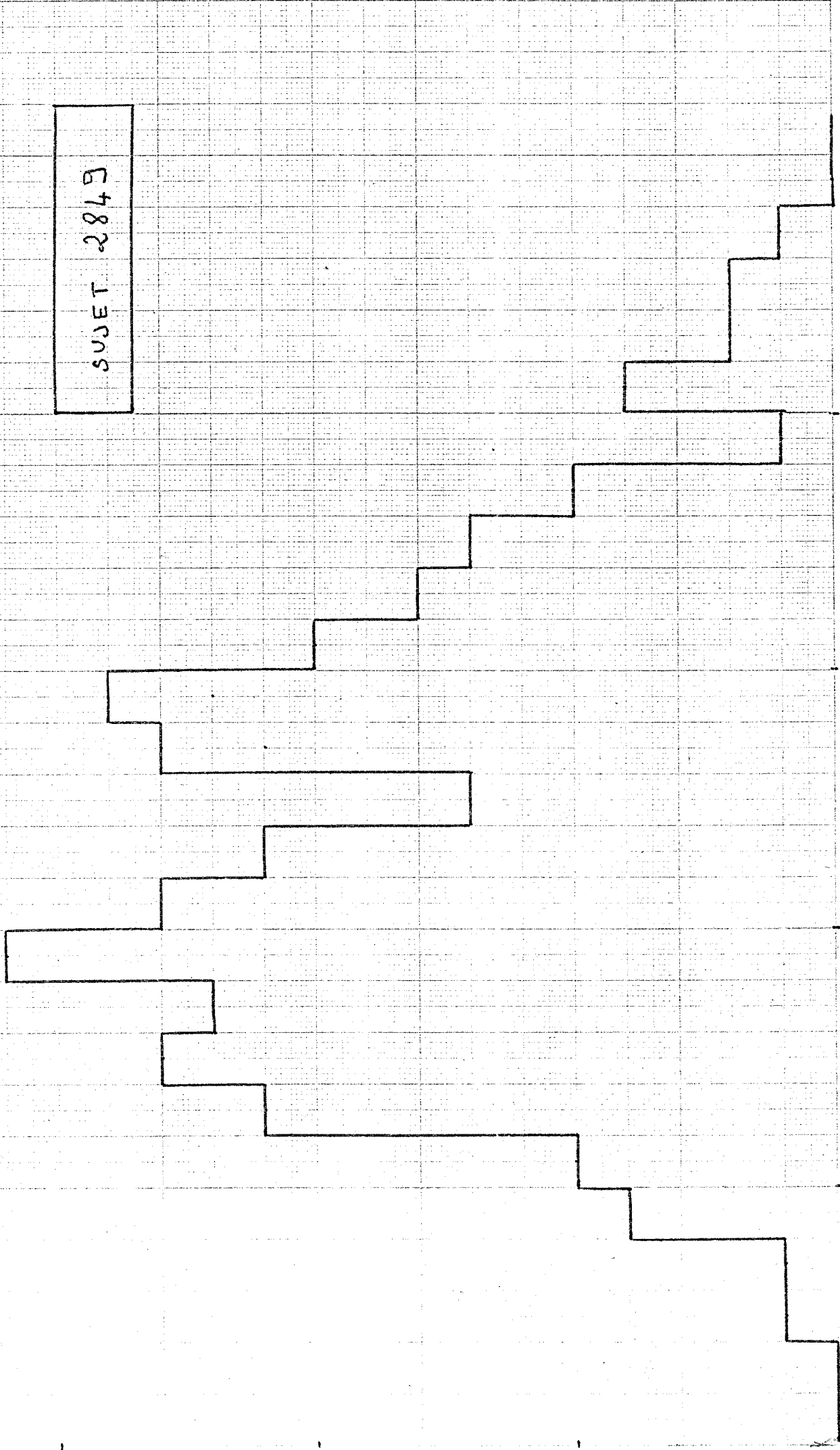
50

100

150

200

LES ÉDITIONS CARTEON - FRANCE
Surface

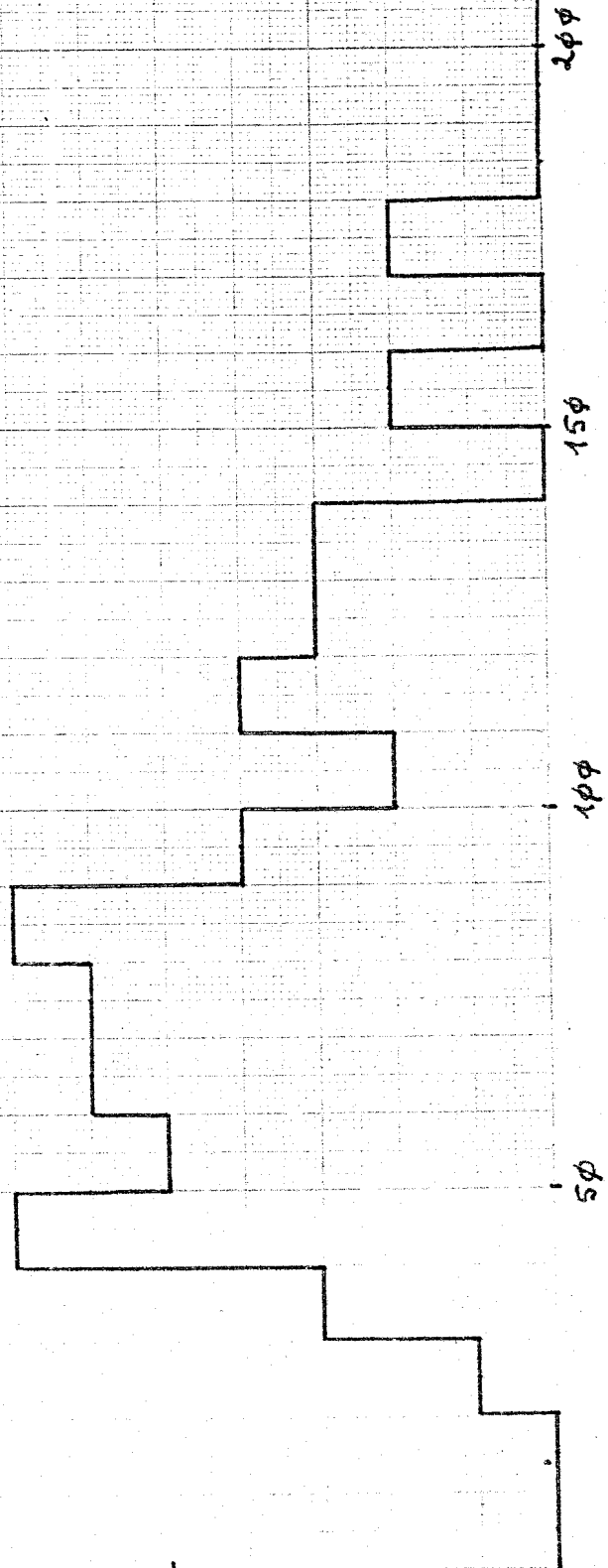


SUJET 2850

Nombre

10 -

5 -



Nombre

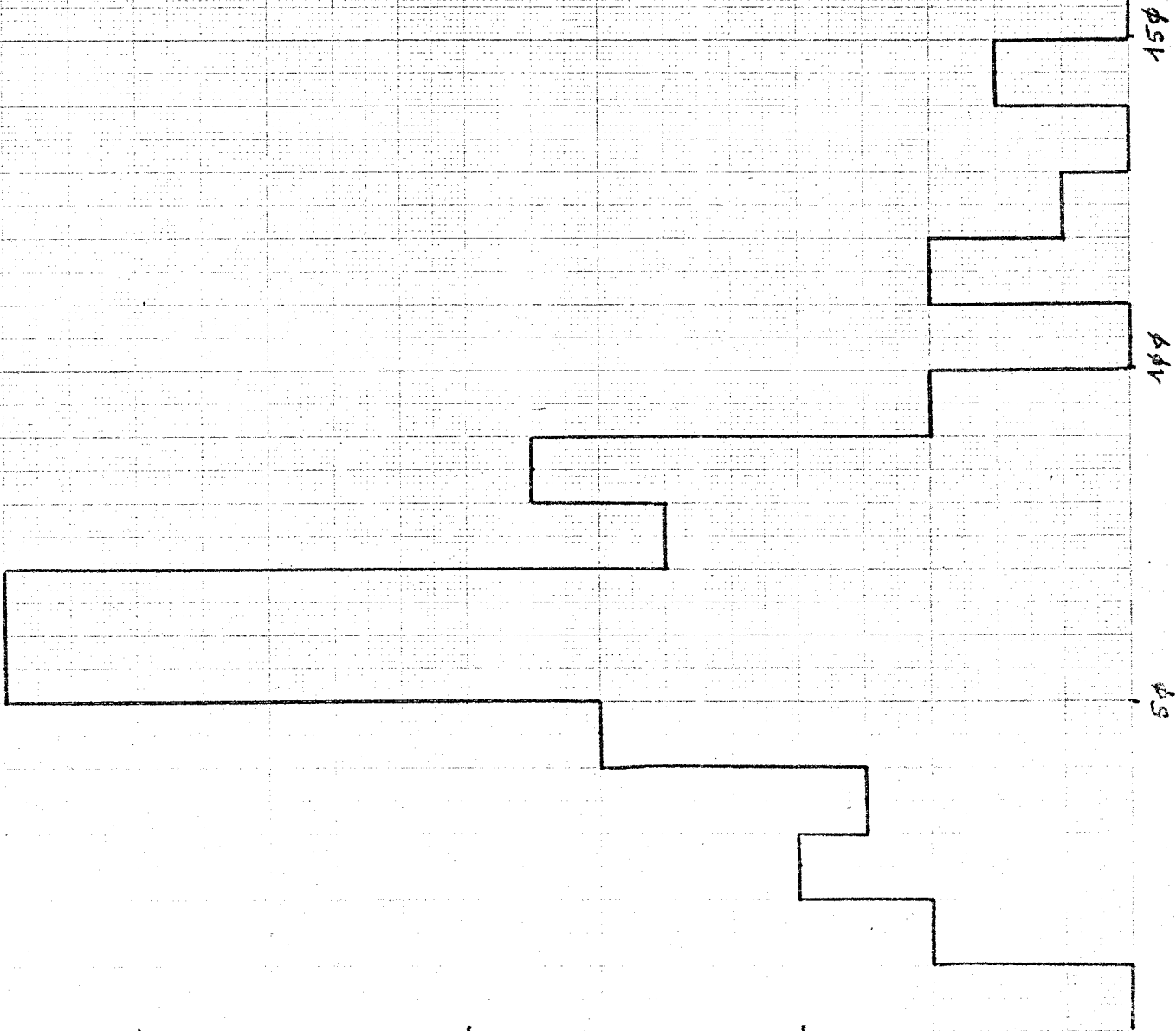
15 -

10 -

5 -

SUJET 2851

Surface

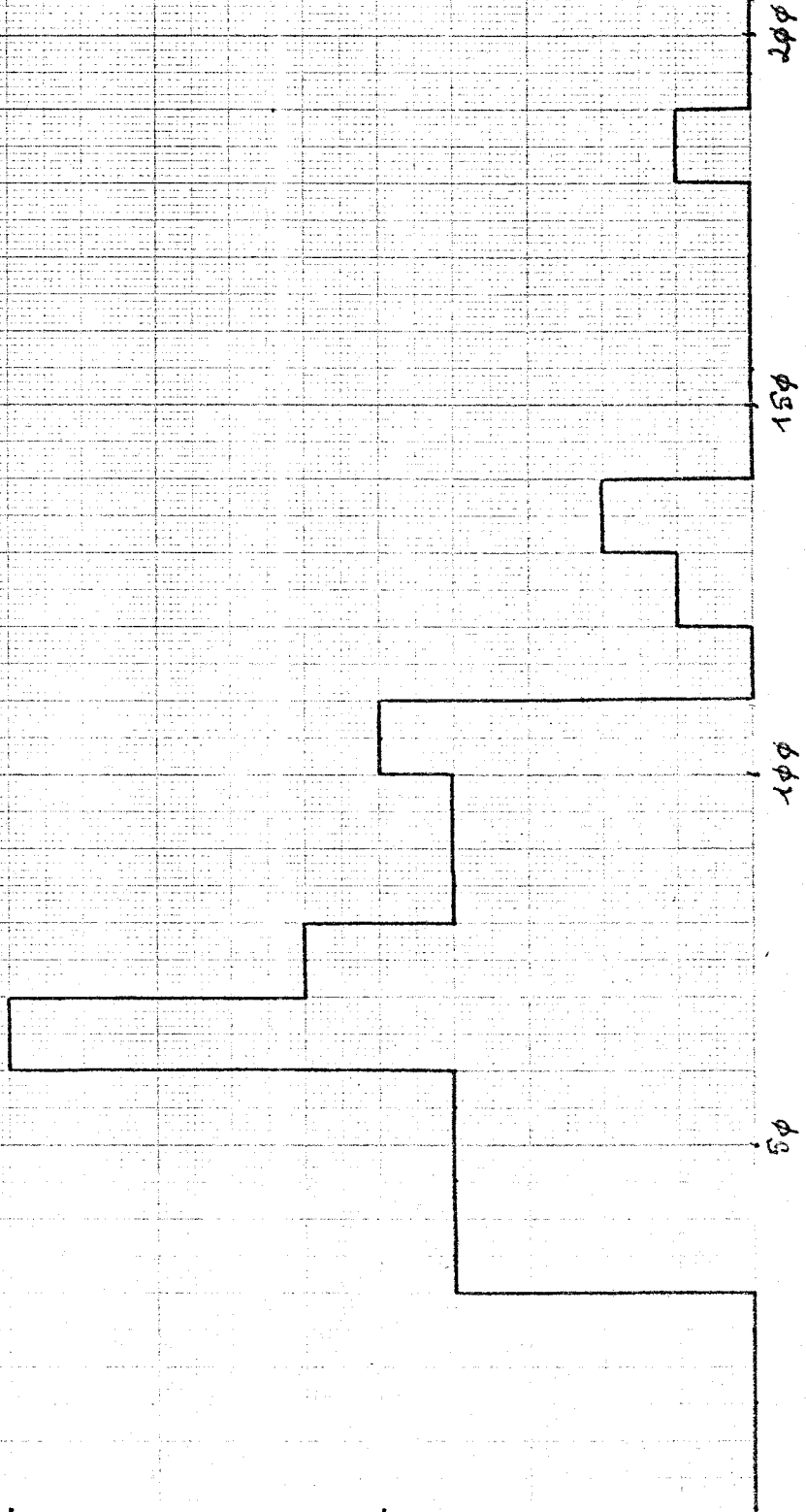


Nombre

SUJET 2852

10 -

5 -



Surface

5φ

10φ

15φ

20φ

Nombre

SUJET 2854

10-

5-

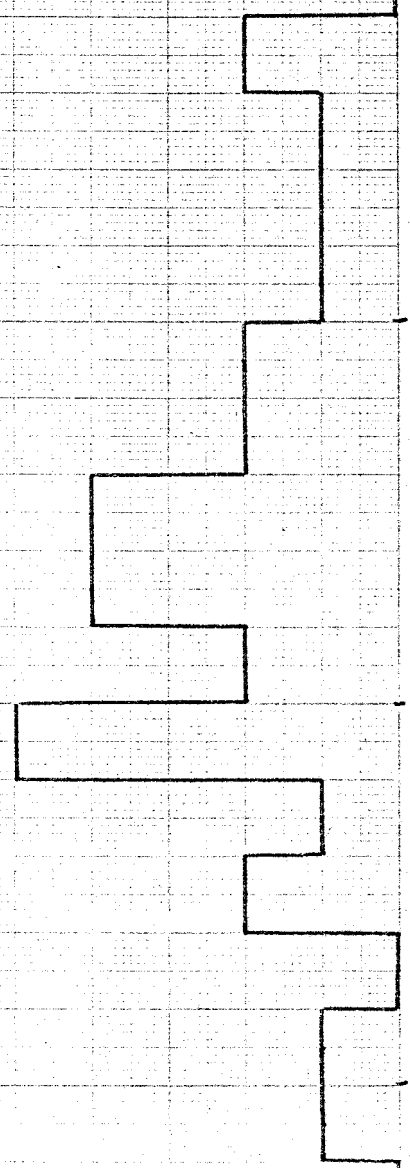
Surface

5φ

1φφ

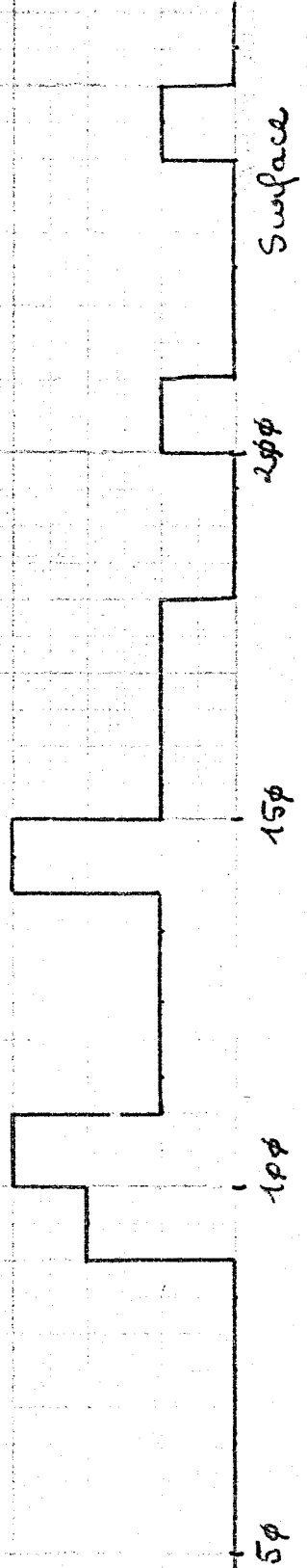
15φ

2φφ



SUJET 2855

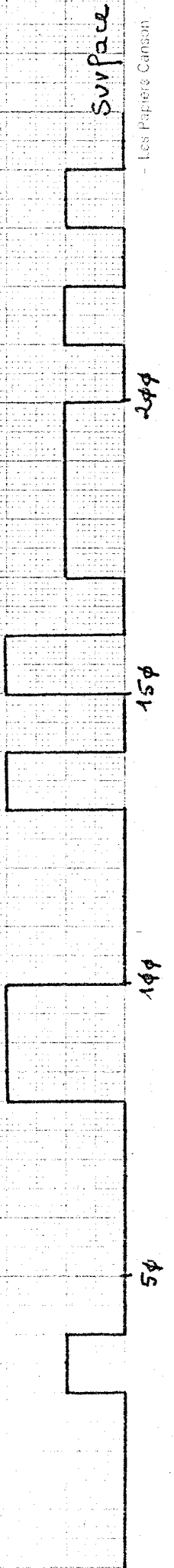
Nombre



SUJET 2856

Nombre

5-



Quelques références bibliographiques

- [1] SERRA J. - Image Analysis and Mathematical Morphology.
Academic Press (à paraître)

- [2] Ch. LANTUEJOUL, S. BEUCHER - Geodesic Distance and
images analysis. Proceedings of ICSS (1979)