

# MB 90-07

UTILISATION DE BACILLUS CEREUS DANS LES SOLS HUMIQUES DE LA PROPRIETE BROWN BOUSQUET -  
REGION DE CADILLAC, ABITIBI

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence



*Licence*

Cette première page a été ajoutée  
au document et ne fait pas partie du  
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources  
naturelles

Québec 

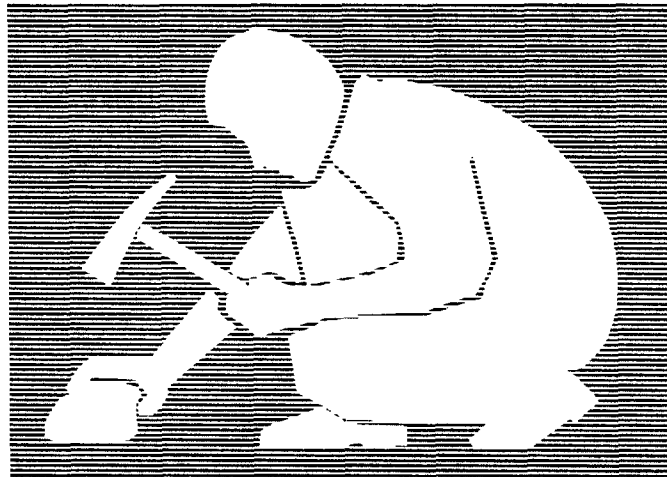


Gouvernement du Québec  
Ministère de l'Énergie et des Ressources  
Service de la géochimie et de la géophysique

# Utilisation de *Bacillus cereus* dans les sols humiques de la propriété Brown Bousquet

Région de Cadillac, Abitibi

Marc Beaumier



SÉRIE DES MANUSCRITS BRUTS

MB 90-07

1990



## TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
INTRODUCTION.....	1
1. CRITÈRES DE CHOIX DE LA RÉGION ET DES PARAMÈTRES D'ÉCHANTIL- LONNAGE.....	3
1.1 La région.....	3
1.2 Les paramètres.....	3
2. LOCALISATION.....	4
3. POTENTIEL MÉTALLIFÈRE.....	4
4. CONTEXTE GÉOCHIMIQUE.....	6
5. RECOUVREMENT.....	6
6. PRÉLÈVEMENT.....	7
7. PRÉPARATION.....	9
8. ANALYSES.....	9
8.1 Série A : analyse chimique .....	9
8.2 Série B : analyse bactériologique .....	10
9. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS.....	12
10. OBSERVATION ET DISCUSSION.....	13
10.1 Bacillus Cereus.....	13
10.2 L'or.....	16
10.3 L'arsenic.....	17
10.4 Zones d'activité géochimique.....	18
CONCLUSION.....	19
RÉFÉRENCES.....	19

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Relation entre le contenu en Bacillus Cereus dans le sol développé au-dessus de veine aurifère.....	2
Figure 2 : Contexte général du levé.....	5
Figure 3 : Carte de la perte au feu dans les sols.....	8
Figure 4 : Réaction typique d'un échantillon de sol après 15 heures d'incubation sur une plaque traitée au jaune d'oeuf à 30°C, d'après Watterson (1985, p. 249).....	12

	PAGE
Figure 5 : Carte du contenu en <i>Bacillus Cereus</i> dans les sols humiques.....	14
Figure 6 : Présentation inverse du contenu en <i>Bacillus Cereus</i> dans les sols humiques.....	15
Figure 7 : Carte du contenu en or dans les sols humiques.....	16
Figure 8 : Comparaison entre la présence de <i>Bacillus Cereus</i> et d'Au dans l'humus.....	17
Figure 9 : Carte de l'arsenic dans les sols humiques.....	18

#### LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Statistiques élémentaires.....	21
Annexe 2 : Distribution cumulative des données.....	23
Annexe 3 : Cartes géochimiques.....	44
Annexe 4 : Synthèse multi-élément.....	86
Carte 1 : Carte de localisation des échantillons..... (hors-texte)	

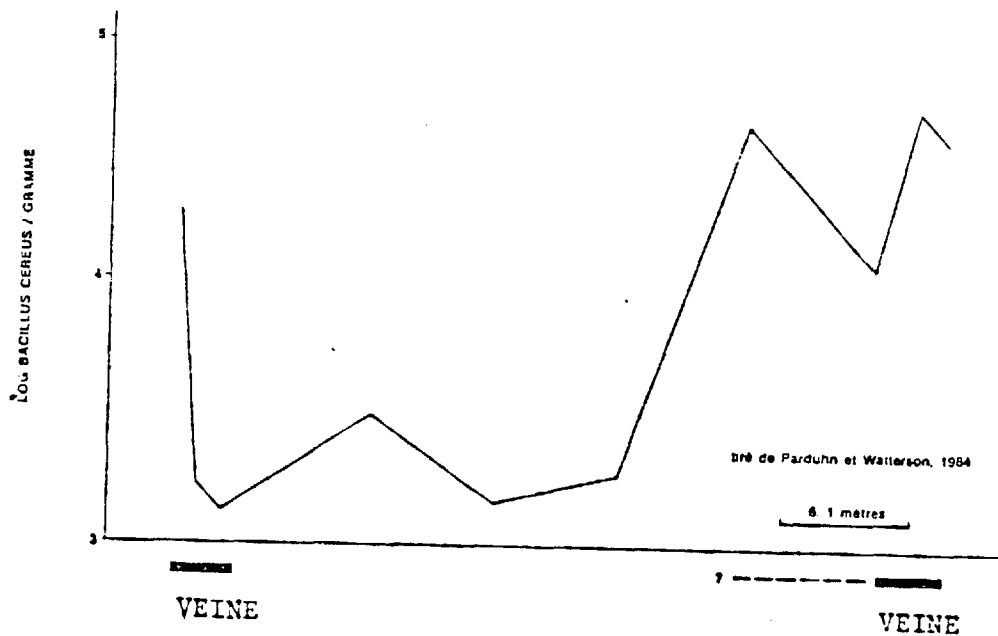
## INTRODUCTION

La toxicité d'éléments métalliques libérés dans l'environnement, à proximité de zones minéralisées, altère la distribution des micro-organismes dans les sols. Les micro-organismes, qui y prévalent avec le temps, peuvent développer des résistances génétiques créant ainsi des populations démographiques en relation avec l'environnement. À titre d'exemple, certains sols ou sédiments concentrés en métaux lourds entraînent la mort de la végétation. Ceci engendre la prolifération d'une certaine moisissure qui produit de la pénicilline. La pénicilline pour sa part détruit plusieurs micro-organismes laissant libre cours à d'autres pour proliférer. Un certain bacille, *Bacillus cereus*, est résistant à la pénicilline. Ceci lui permet de proliférer dans de tels environnements riches en métaux, dont le niveau atteint souvent le seuil de toxicité.

Les travaux de Parduhn et al. (1984) nous indiquent que *Bacillus cereus* se retrouve en abondance dans les sols et les sédiments associés à de fortes concentrations d'Au, Ag, Mo, Bi, As et Cu. Compte tenu que ces éléments sont parmi les meilleurs indicateurs en prospection géochimique, qu'il s'agisse de minéralisations aurifères ou en métaux de base. À ce titre *Bacillus cereus* peut-être considéré comme potentiellement un traceur intéressant. Les travaux de LaSalle et al. (1986), dans la région de Val-d'Or, ont démontré que *Bacillus Cereus* semblait corrélérer avec l'arsenic suggérant qu'il pourrait être un tel traceur. Parduhn et al. (1984-85) ont montré qu'il y a une corrélation

entre le nombre de colonies de *Bacillus Cereus* dans l'humus ("mull") d'un sol et la minéralisation aurifère sous-jacente (figure 1). Ces travaux ont aussi montré que les populations de *Bacillus Cereus* peuvent être de 10 à 100 fois plus grandes dans le sol développé au-dessus d'une veine aurifère que dans les sols sous-jacents à un socle stérile. Ce contraste est particulièrement important si on considère qu'en exploration géochimique très peu de traceurs aurifères présentent un contraste aussi marqué, facilitant ainsi la détermination de seuil et simplifiant par le fait même la reconnaissance d'anomalies.

Figure 1 : Relation entre le contenu en *Bacillus cereus* dans le sol développé au-dessus de veine aurifère



De plus, *Bacillus Cereus* semble se concentrer indifféremment du type de minéralisation aurifère. On le retrouve aussi bien avec des veines de quartz dans des schistes verts, des veines de quartz associées à des massifs granitiques ou bien avec de l'or disséminé dans un contexte de roches rhyolitiques (Parduhn et al., 1985). Ceci pourrait

donc s'avérer une caractéristique importante pour la prospection géochimique en Abitibi.

Le travail ici présenté a pour but de vérifier le comportement de *Bacillus Cereus* dans un environnement aurifère, dans un climat froid et des dépôts glaciaires.

## 1. CRITÈRES DE CHOIX DE LA RÉGION ET DES PARAMÈTRES D'ÉCHANTILLONNAGE

### 1.1 La région

La région choisie :

- doit présenter un potentiel pour la présence de minéralisation aurifère, sans pour autant avoir subi d'importantes transformations physiques du terrain (puits de mine, haldes...) dues à des programmes de mise en valeurs. De tels travaux pourraient compromettre les conclusions;
- doit présenter des teneurs aurifères dans les sols;
- ne doit pas être recouverte de dépôts glacio-lacustres qui pourraient atténuer l'ampleur d'un signal géochimique.

### 1.2 Les paramètres

La maille d'échantillonnage doit, contrairement à l'étude préliminaire effectuée par LaSalle et al. (1986), permettre de bien



circonscrire le signal géochimique. Elle devrait être carrée afin d'éviter des étirements ou fausses orientations qu'occasionne souvent une maille rectangulaire. L'espacement entre les sites devrait permettre une bonne corrélation entre les sites.

L'horizon de prélèvement devrait être équivalent à celui échantillonné par Parduhn.

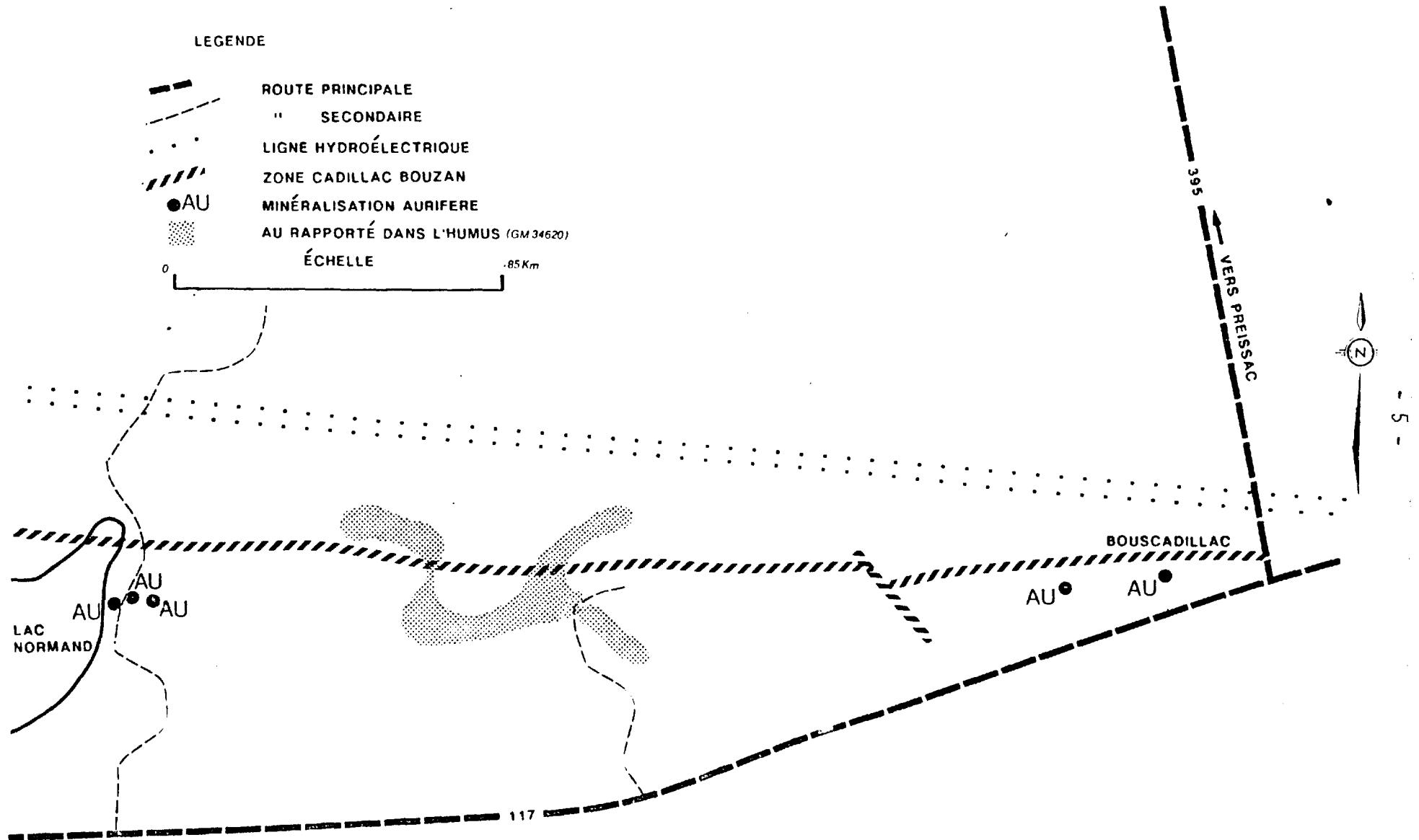
## 2. LOCALISATION

La région étudiée est située en Abitibi, à quelques kilomètres à l'ouest de la ville de Cadillac. Elle est située au nord de la route 117 à 1,7 km à l'ouest de la jonction de la route 395 qui dessert la région de Preissac.

## 3. POTENTIEL MÉTALLIFÈRE

La région est située dans le rang VII dans le canton de Bousquet et comprend la minéralisation communément appelée "Brown Bousquet" (figure 2). La région est située à 2 km à l'ouest du gîte Bouscadillac et à 1 km à l'est de la minéralisation du lac Normand. Ces minéralisations présentent respectivement, 36 000 tonnes métriques de minerai à 7,84 g/tonne métrique d'Au (Andrew, W., 1938) et 300 000 tonnes à 3,429 g/tonne Au (MacIntosh, J.A., 1979).

Figure 2 : Contexte général du levé



La zone minéralisée est située au sud de la zone est-ouest de Cadillac-Bouzan. Elle s'apparente à celle de "Brown Cadillac" située plus à l'est. Les andésites contiennent la minéralisation qui se retrouve sous la forme de veine essentiellement est-ouest. Les roches y sont silicifiées et contiennent une importante quantité de tourmaline noire.

#### 4. CONTEXTE GÉOCHIMIQUE

Les travaux de la compagnie La Mine D'or Darius inc. (MER : GM 34620) a mis à jour une zone anomalique aurifère dans les sols développés dans ce secteur. Ceci nous indique qu'à priori, nous retrouverons des anomalies aurifères dans les sols de ce secteur.

#### 5. RECOUVREMENT

La région présente un recouvrement particulièrement peu épais (< 2 m). Ce dernier est constitué surtout d'un till relativement fin et sablonneux. Le till est très probablement d'origine passablement locale. En effet, les travaux de Gleeson (1986) dans la région des gîtes de Thomson Cadillac et de Doyon, situés à quelques kilomètres à l'est, montrent bien une dispersion de l'or dans le till sur une distance de moins de 1 kilomètre de la source.

Les travaux de Tremblay (1974) montrent la présence d'un esker nord-sud situé dans la région du lac Normand. Celui-ci s'accompagne d'une zone de sable remanié de part et d'autre. Ces zones de sable ne semblent pas se rendre jusqu'au secteur ici étudié.

Nous n'avons pas observé d'argile glacio-lacustre dans le secteur ici étudié.

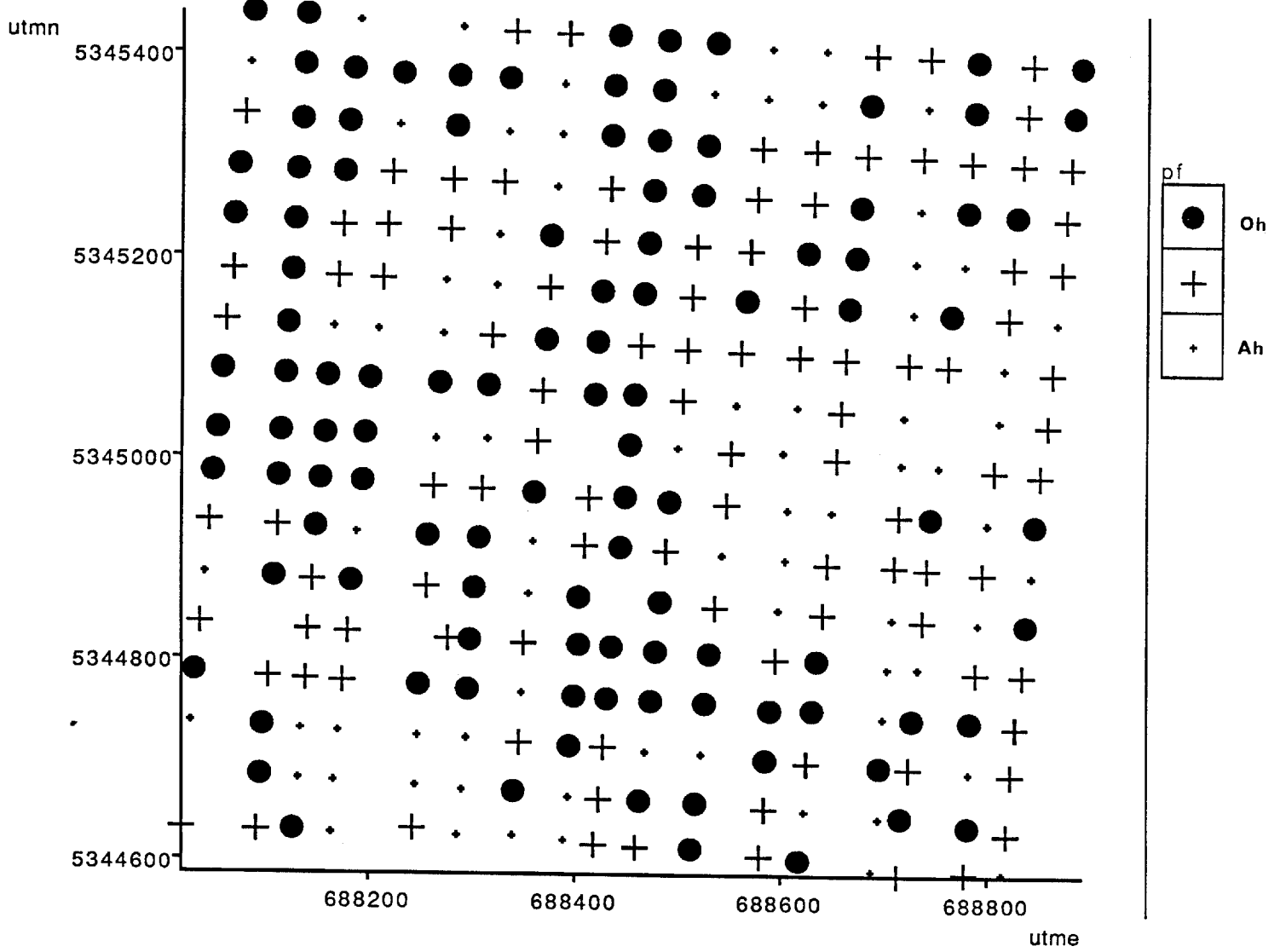
## 6. PRÉLÈVEMENT

Malgré une région passablement restreinte, les sols humiques prélevés proviennent de plusieurs horizons. La figure 3 montre les divers horizons humiques prélevés. Ainsi, nous considérons l'horizon Ah comme contenant moins de 30% Pf (Perte au feu), Oh comme contenant plus de 60% Pf. Malgré ces différences, ces horizons humiques sont essentiellement similaires.

L'échantillonnage a été exécuté au cours de la deuxième semaine du mois de juin 1987. L'espacement entre les sites est de 50 m et ce, sur une grille carrée.

À chaque site, deux échantillons ont été prélevés. Le premier (série A), pesant environ 500 grammes, a été placé dans un sac de papier Kraft. Les échantillons de la série A sont destinés à l'analyse chimique. Le second échantillon (série B), pesant environ 10 grammes, a été placé dans une fiole en plastique. Les échantillons de cette série sont destinés à l'analyse bactériologique.

Figure 3 : Carte de la perte au feu dans les sols



## 7. PRÉPARATION

Les échantillons de la série A ont été placés dans un four maintenu à une température de 90°F, pour le temps nécessaire à les sécher complètement. Les échantillons ont été ensuite broyés directement dans leur sac avec l'aide d'un marteau en bois. Ils ont été tamisés sur un tamis en nylon afin d'en soutirer la fraction plus petite que 177  $\mu$ . Ils ont ensuite été placés dans des fioles.

Des échantillons standard ont été incorporés afin de contrôler la qualité des analyses. Les standards sont des échantillons prélevés et préparés par la Division de la géochimie du MER. Leur composition chimique est préalablement mesurée ainsi que leur homogénéité et leur répétabilité.

Les échantillons de la série B ont été placés dans un congélateur jusqu'à leur traitement. Une période d'environ six mois s'est écoulée entre leur prélèvement et l'analyse.

## 8. ANALYSES

### 8.1 Série A : analyse chimique

L'ensemble des échantillons de la série A ont été analysés pour Ag, Al, B, Ba, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Eu, Fe, K, La, Li, Mg, Mn,

Mo, Na, Ni, P, Pb, Pf (perte au feu), Sc, Sm, Sr, Th, Ti, V, Y, Zn, As, Au, Br, Cs, Sb, Se, Tm, U, W et Hg dans les laboratoires du Centre de recherches minérales du ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec.

Ils ont été analysés par diverses techniques, soit par SEAP, AN et AA sans flamme, selon les méthodes décrites par Gagné et al. (1986).

L'attaque utilisée pour la mise en solution des éléments absorbés et adsorbés, consiste en une solution chaude d'acide nitrique et chlorhydrique à une concentration de 30% v/v. Ceci permet de libérer les ions métalliques sans pour autant solubiliser les métaux présents dans les diverses structures silicatées. Ceci ne s'applique évidemment pas aux éléments dosés par activation neutronique (Au, Br, Cs, Sb, Se, Tm, U, W, As) où les résultats représentent une analyse du contenu total.

## **8.2 Série B : analyse bactériologique\***

Les échantillons de série B ont été expédiés pour l'analyse bactériologique dans les laboratoires de microbiologie de l'université Laval à Québec. Afin d'isoler *Bacillus cereus*, nous avons utilisé un mélange contenant :

\* Méthodologie traduite de Parduhn et Watterson, 1984

- 1,0 g. de  $K_2HPO_4$
- 0,2 g. de  $MgSO_4 \cdot 0,7 H_2O$
- 0,01 g. de  $FeSO_4 \cdot 0,7H_2O$
- 0,01 g. de  $CaCl_2$
- 1,0 g de glucose
- 1,0 g. de  $NH_4Cl$  et;
- 15 g. d'agar par litre d'eau déionisée.

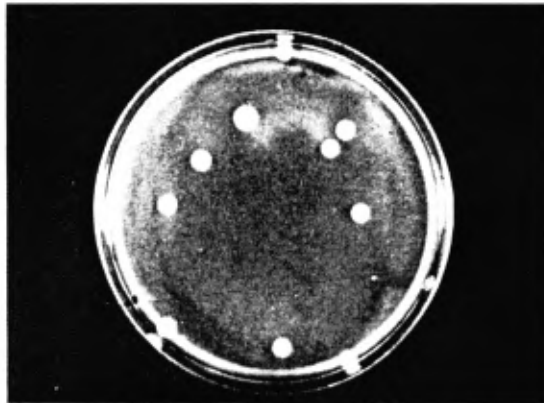
Après avoir refroidi ce mélange d'agar liquide à une température de 47°C, nous avons ajouté 0,5% de citrate de sodium et 2,5% de jaune d'oeuf frais (v/v final).

Un gramme d'échantillon de sol a été transféré sur un tube de culture dont le couvercle a été préalablement stérilisé. En plus 9 ml d'eau déionisée et stérilisée sont ajoutés. Après avoir brassé pour 10 minutes, le mélange est centrifugé pour 3 minutes à 50 X g. Les tubes de culture furent chauffés pour 60 secondes à 90°C. De cette solution, 2 dilutions successives de 1/10 furent préparées. Ceci fût effectué de façon à ce que la dilution utilisée pour le comptage des colonies.

Chaque plaque d'incubation fût préparée avec 1,0 ml de cette solution et les échantillons furent laissés pour incubation pour 14 heures à une température de 30°C. Les colonies entourées de zones positivement opaques (figure 4) produites par le jaune d'oeuf, furent considérées comme *B. Cereus*. Une description plus détaillée de cette procédure est présentée par Watterson (1985).



Figure 4: Réaction typique d'un échantillon de sol après 15 heures d'incubation sur une plaque traitée au jaune d'oeuf à 30°C, d'après Watterson, (1985, p. 249)



Tiré de Watterson, 1985.

## 9. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Des statistiques élémentaires (X, T, Min., Max....) pour chaque élément chimique ainsi que pour les colonies de *Bacillus Cereus* sont présentées à l'annexe 1. Les courbes cumulatives de distribution des valeurs sont présentées à l'annexe 2.

Les cartes géochimiques (incluant celle du *Bacillus Cereus*) sont présentées à l'échelle de 1:5 000 à l'annexe 3. Les teneurs sont représentées par des symboles dont la densité visuelle augmente avec les teneurs. La carte annexée présente la localisation plus précise de chaque site.

Une synthèse de l'ensemble de l'activité géochimique ainsi que des zones concentrées en *Bacillus Cereus* est présentée à l'annexe 4.

## 10. OBSERVATION ET DISCUSSION

### 10.1 Bacillus cereus

Le compte de colonies de *Bacillus Cereus* varie entre 1 et 20 074, ce qui représente un niveau de concentration passablement élevé. En effet, ce chiffre (20 074) s'apparente à ceux retrouvés par Parduhn et al. (1984) dans l'horizon humique des sols développés au-dessus de la zone de minéralisation aurifère près de Empire au Colorado.

La moyenne pour sa part est à 241 colonies ce qui s'apparente au 369 observées dans la région de Elko, Névéda, où les teneurs au-dessus de 125 se retrouvent au-dessus de la zone minéralisée. Pour cette raison, nous avons présenté, à la figure 5, un contraste accru à partir de 100 colonies et plus.

On observe sur la figure 5 (présentée à l'échelle 1:10 000) un manque évident de corrélation entre la présence de *Bacillus Cereus* et la zone minéralisée connue. Malgré ceci, on observe des zones bien définies regroupant plusieurs sites et présentant des concentrations élevées en *Bacillus Cereus*. La majorité de ces zones se situe sur le pourtour du territoire échantillonné, loin de la zone minéralisée (voir annexe 3).

L'examen de la figure 6 semble nous indiquer que l'absence de *B. Cereus* pourrait indiquer la position de la zone minéralisée et de sa dispersion vers le sud. Ceci semble se confirmer en examinant la distribution de l'arsenic dans les sols (figure 9).

Figure 5 : Carte du contenu en *Bacillus cereus* dans les sols humiques

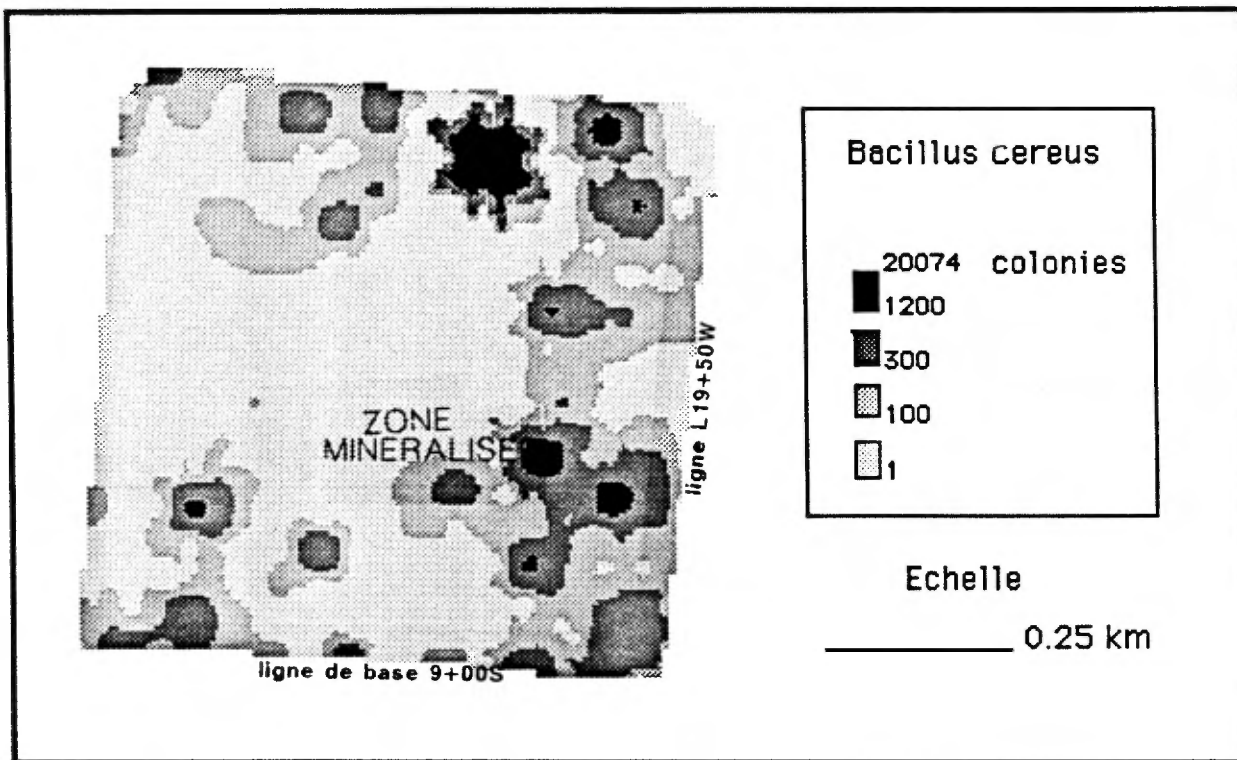
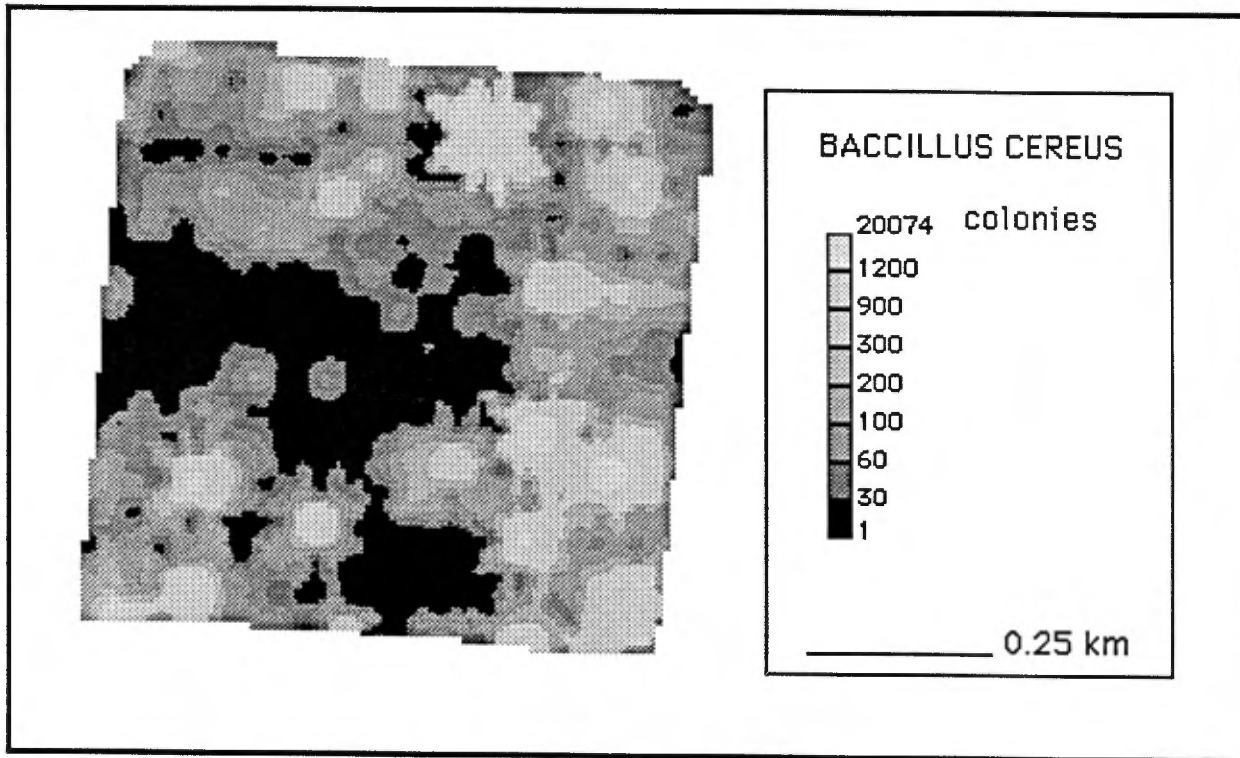


Figure 6 : Présentation inverse du contenu en *Bacillus cereus* dans les sols humiques



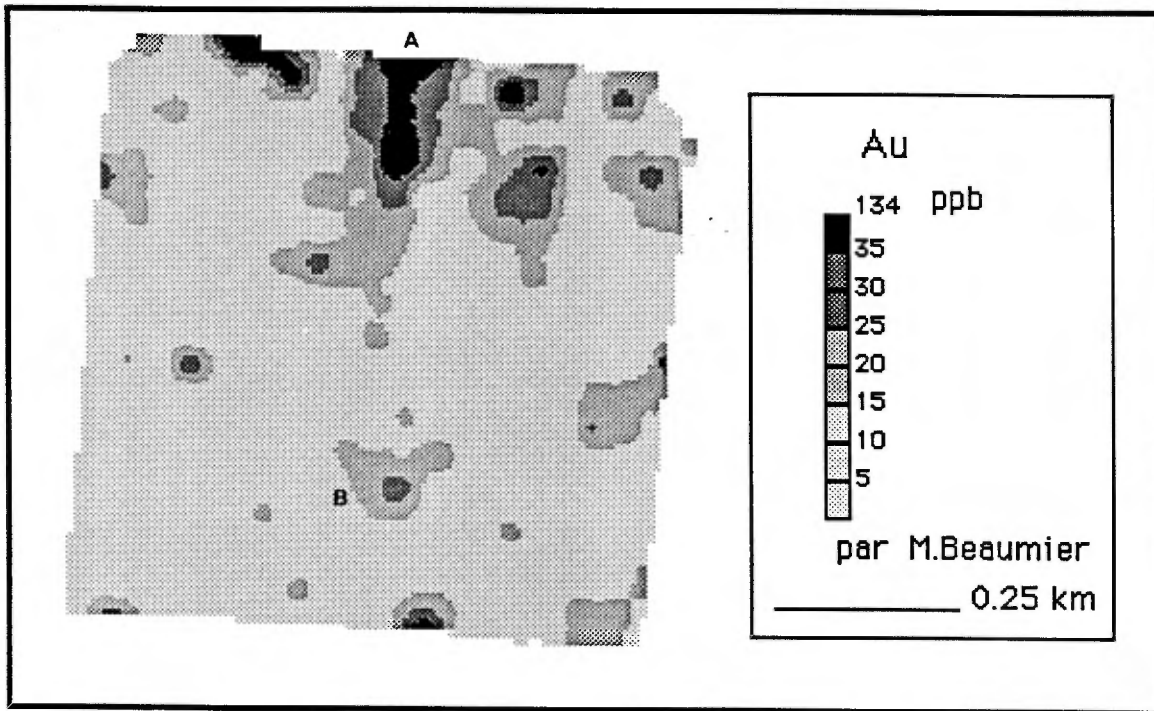
### L'or

L'or dans les sols humiques est présenté à la figure 7. On remarque immédiatement le peu de réponse directement à proximité de la minéralisation connue. Les zones les plus significatives se situent soit:

- Dans l'extrémité nord de la région, juste au sud de la ligne hydro-électrique. En effet, dans ce secteur on retrouve plusieurs petites anomalies généralement constituées par plusieurs sites adjacents (voir A sur la figure 7).

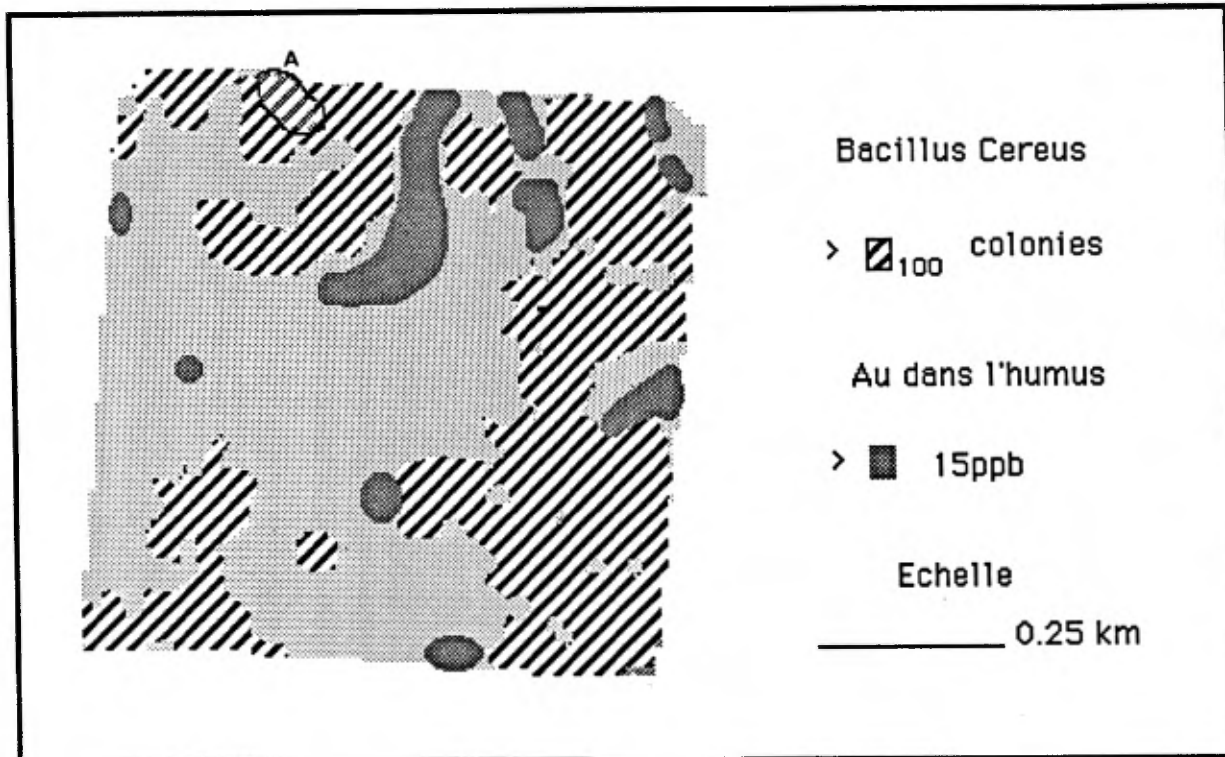
- Dans la zone centre sud où une légère augmentation des teneurs pouvaient être attribuables à la zone minéralisée connu (voir B sur la figure 7).

Figure 7 : Carte du contenu en or dans les sols humiques



La comparaison de la carte de l'or dans l'humus et celle de la concentration de colonies de *B. Cereus* (figure 8) est particulièrement intéressante. D'une façon générale on peut affirmer qu'au endroits où il y a des teneurs plus "élevées" en or ( $> 15$  ppb), il n'y a pas de forte concentration de colonies de *Bacillus Cereus*. Cette opposition est presque systématique sur l'ensemble des données, à l'exception d'une petite zone située à la limite nord du territoire (voir A, sur la figure 8).

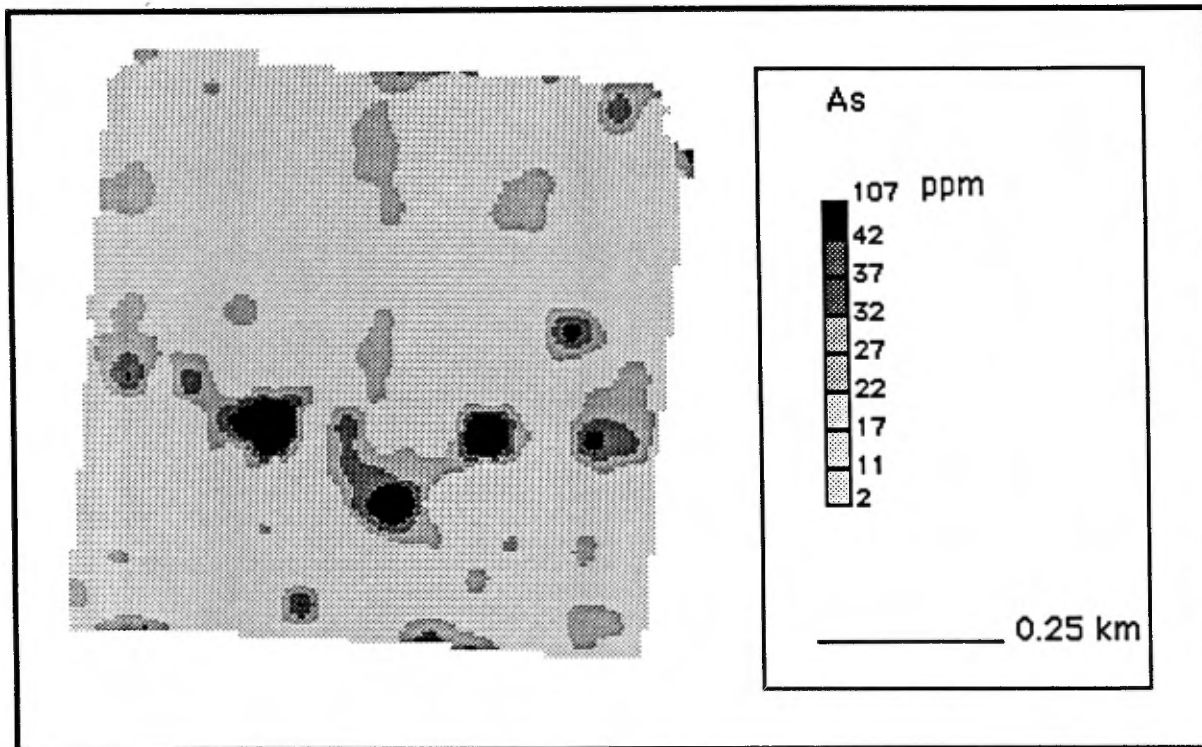
Figure 8 : Comparaison entre la présence de B. Cereus et d'Au dans l'humus



### 10.3 L'arsenic

L'arsenic pour sa part, nous présente des teneurs bien contrastées, s'étendant entre un bruit de fond situé autour de 11 ppm avec un seuil anormalique à 33 ppm. Ceci représente un facteur de trois, ce qui est en exploration géochimique passablement bon. On remarque une très bonne corrélation entre l'arsenic et la zone minéralisée (figure 9). De plus, les anomalies forment un alignement subparallèle avec l'orientation des roches dans le secteur. Il faut donc voir dans cet élément un indicateur aurifère particulièrement efficace pour le contexte donné. On n'observe à peu près pas de corrélation entre la présence de concentration élevée en Bacillus Cereus et les teneurs d'arsenic.

Figure 9 : Carte de l'arsenic dans les sols humiques



#### 10.4 Zones d'activité géochimique

Une carte synthétisant l'ensemble de l'activité géochimique est présentée à l'annexe 4. Celle-ci a été préparée en ne considérant que les sites présentant des teneurs supérieures au 92<sup>e</sup> percentile de la population statistique. Compte tenu des 42 éléments chimiques dosés, un très fort pourcentage de la région présente une activité en un élément ou en un autre. Encore ici, on observe peu ou pas de relation entre *Bacillus Cereus* et les zones d'activité géochimique. Encore ici, on observe une exception importante soit dans la zone centre-nord où on retrouve des anomalies en Hg, Au, Sb ainsi qu'en Cu Pb, Cd.

Cette dernière association a déjà été suggérée par Watterson (1985) comme élément probablement associé à un halo d'élément actif en périphérie de minéralisation aurifère.

### CONCLUSION

Sur une zone minéralisée connue, nous avons prélevé près de 300 échantillons d'humus. Ceux-ci ont été analysés pour une suite importante d'éléments chimiques en plus de mesurer la concentration de *Bacillus Cereus*. Les résultats révèlent peu ou pas de corrélation entre l'or, l'arsenic, les zones d'activité géochimique, et la présence du bacille. Au contraire, nous observons une opposition entre ceux-ci.

Donc, l'utilisation du *Bacillus Cereus* dans les sols humiques de la région de Cadillac en Abitibi ne semble pas avoir conduit à une corrélation avec la zone minéralisée, avec les concentrations aurifères dans les sols, avec les concentrations d'arsenic dans les sols ou encore avec les zones d'activité géochimique. Cette observation n'est basée que sur un seul test. Des travaux supplémentaires pourraient révéler des conclusions diamétralement opposées.

### RÉFÉRENCE

- ANDREW, W., 1938 - Bouscadillac GML., journaux de sondage MER., GM 006980.
- GAGNÉ, R. et GUIMOND, J., 1986 - Méthodes de dosage de diverses substances minérales par spectrophotométrie d'absorption atomique et par spectrométrie d'émission atomique au plasma. MER. Québec. A.C.-11.



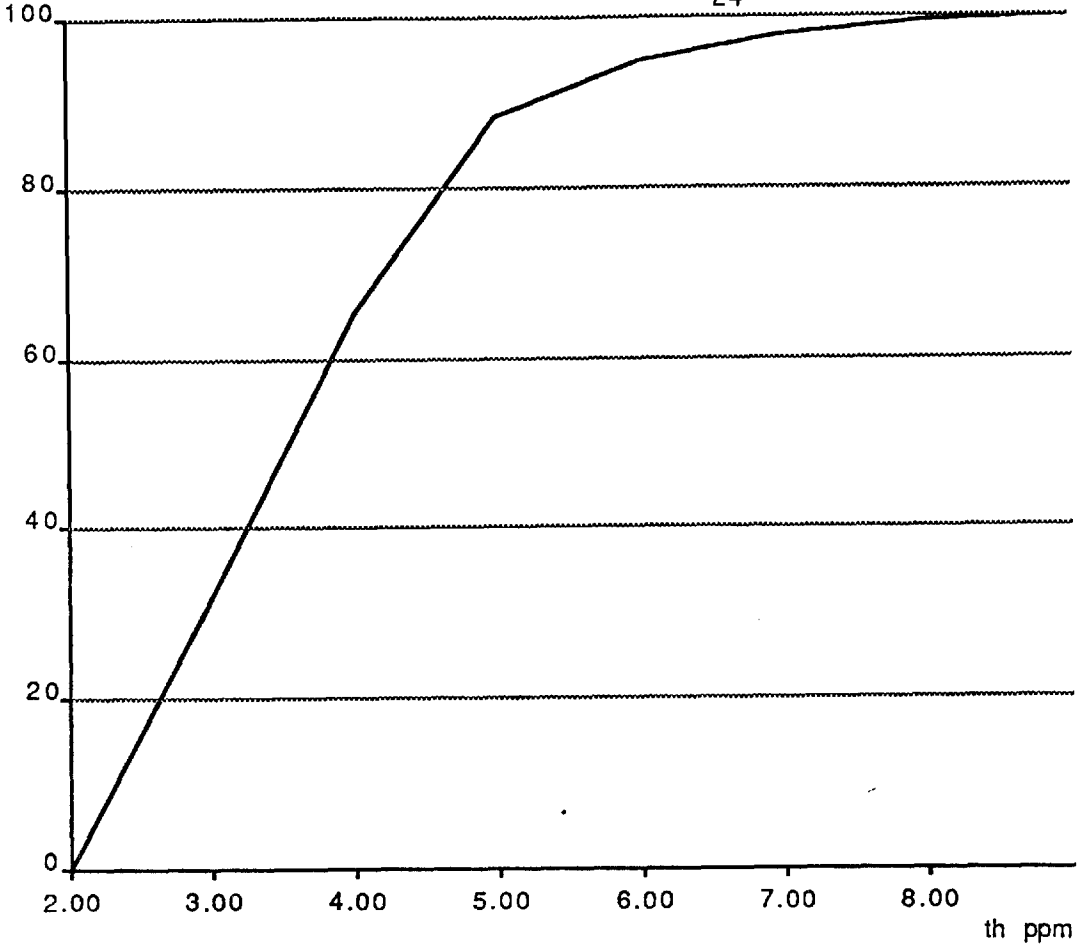
- GLEESON, C. F. and SHEEHAN, D. G., 1984 - Till geochemistry over the Doyon, Bousquet and Williams Gold Deposits. Présenté à till tomorrow conference, Kirkland Lake, Ontario, May 9, 1984.
- LA MINE D'OR DARIUS INC., 1979 - Brown-Bousquet, Mull Geochimie avec contours, MER., GM 34620.
- LASALLE, P., BEAUMIER, M., KIROUAC, F. et LEDUC, M., 1986 - Bacillus Cereus et l'exploration pour l'or en Abitibi. Présenté au CIMM, Montréal, avril 1986.
- MACINTOSH, J. A., 1979 - Rapport des géologues résidents, 1978, MER., DPV-652.
- PARDUHN, N. L. et WATTERSON, J. R., 1984 - Preliminary studies of Bacillus Cereus distribution near a gold vein and a disseminated gold deposit. U.S.G.S. open file rep. 84-509.
- PARDUHN, N. L., WATTERSON, J. R., SILBERMAN, M. L., ERICKSON, M. S., SHARKEY, J. D., WALTER, M., 1985 - Geomicrobial exploration for gold. Symposium on organics and ore deposits, Denver Region Exploration Geologists Society, Denver, Program with abstract, p. 20.
- TREMBLAY, G., 1974 - Géologie du quaternaire. Région de Rouyn-Noranda et d'Abitibi. Comté d'Abitibi-est et d'Abitibi-ouest. MER., DP 236.
- WATTERSON, J. R., 1985 - A procedure for estimating Bacillus Cereus spores in soil and stream sediment samples - a potentiella exploration technique. J. Geoch. Expl. vol. 23, no 2. pp. 243-252.

**ANNEXE 1**  
**STATISTIQUES ÉLÉMENTAIRES**

Sélection courante: Sélection #1

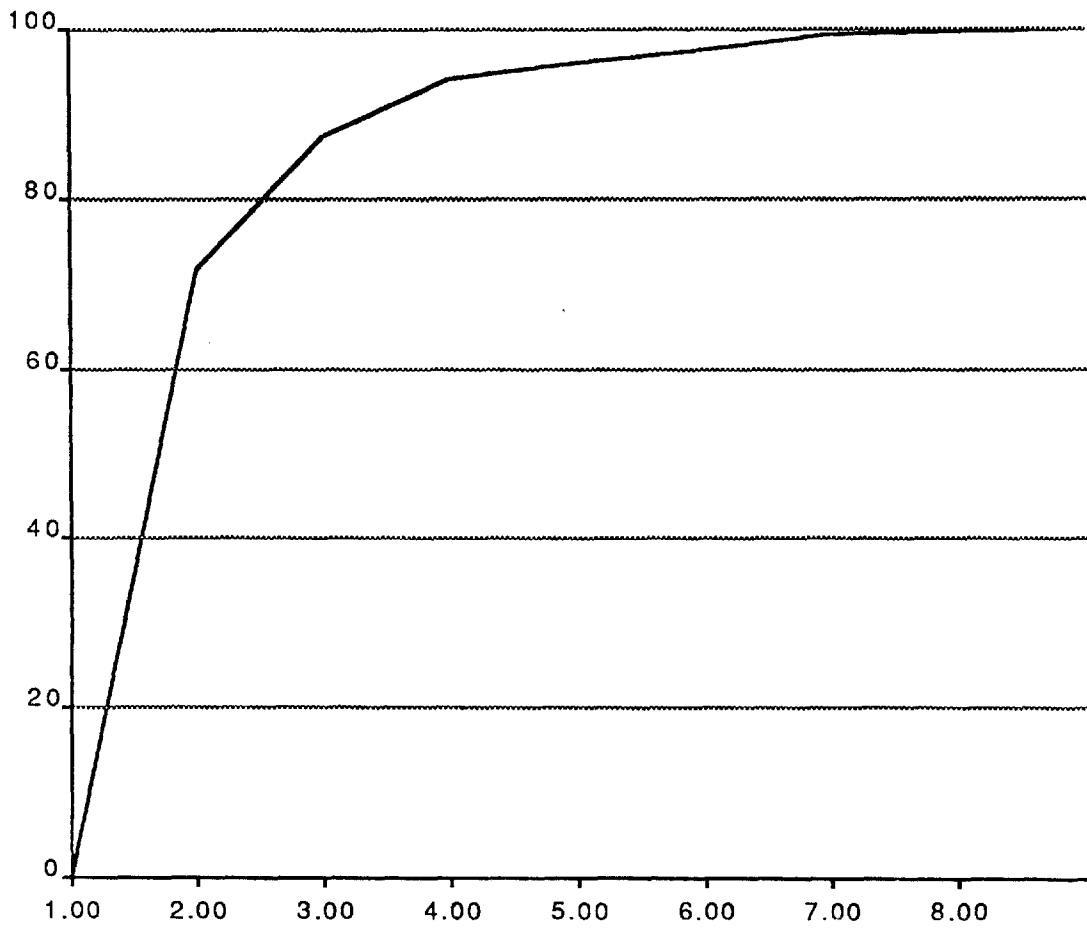
Variable	Actifs	Min	Max	Intervalle	Moyenne	Écart type	Distribution
AG	283	4.00	126.00	122.00	4.94	8.68	
AL	283	12.00	218.00	206.00	42.96	29.61	
B	283	4.00	22.00	18.00	5.72	3.35	
BA	283	13.00	424.00	411.00	97.33	70.85	
BE	283	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00	
CA	283	2.00	309.00	307.00	29.20	40.08	
CD	283	2.00	76.00	74.00	14.63	12.90	
CE	283	2.00	69.00	67.00	10.58	7.30	
CO	283	2.00	41.00	39.00	2.89	3.12	
CR	283	2.00	152.00	150.00	19.24	19.80	
CU	283	2.00	129.00	127.00	30.04	23.20	
EU	283	1.00	16.00	15.00	2.20	1.61	
FE	283	6.00	393.00	387.00	49.78	43.75	
K	283	2.00	18.00	16.00	5.23	2.07	
LA	283	2.00	32.00	30.00	4.64	3.44	
LI	283	1.00	5.00	4.00	1.18	0.59	
MG	283	1.00	120.00	119.00	9.33	11.34	
MN	283	7.00	3579.00	3572.00	149.23	342.69	
MO	283	3.00	4.00	1.00	3.02	0.16	
NA	283	1.00	17.00	16.00	3.19	1.28	
NI	283	2.00	66.00	64.00	13.01	8.67	
P	283	113.00	2102.00	1989.00	570.69	269.32	
PB	283	3.00	376.00	373.00	47.64	45.89	
PF	283	4.00	94.00	90.00	50.55	24.69	
SC	283	1.00	8.00	7.00	1.39	0.84	
SM	283	1.00	8.00	7.00	1.83	0.89	
SR	283	2.00	97.00	95.00	18.45	12.98	
TH	283	2.00	9.00	7.00	3.24	1.23	
TI	283	1.00	9.00	8.00	1.55	1.16	
V	283	2.00	126.00	124.00	11.07	11.15	
Y	283	1.00	17.00	16.00	1.56	1.42	
ZN	283	5.00	174.00	169.00	41.01	27.49	
AS	248	2.00	114.00	112.00	16.78	13.16	
AU	248	5.00	131.00	126.00	11.83	12.46	
BR	236	2.00	58.00	56.00	10.86	6.62	
CS	236	1.00	7.00	6.00	2.15	0.92	
SB	248	1.00	65.00	64.00	7.20	5.90	
SE	236	10.00	10.00	0.00	10.00	0.00	
TM	236	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00	
U	284	1.00	16.00	15.00	2.40	1.99	
W	248	1.00	6.00	5.00	1.29	0.67	
HG	227	40.00	350.00	310.00	147.18	58.98	
CEREUS	283	1.00	21300.00	21299.00	241.10	1312.30	

ANNEXE 2  
DISTRIBUTION CUMULATIVE DES DONNÉES

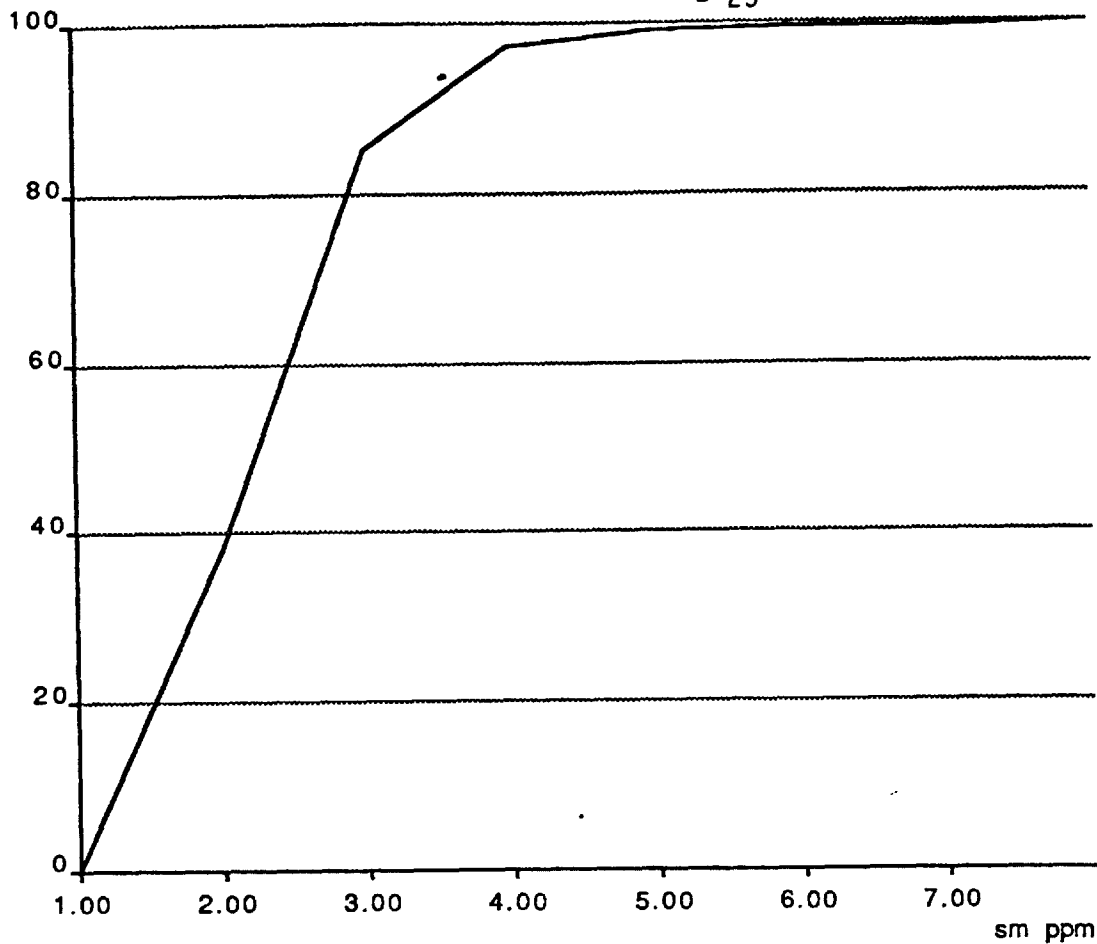


Variable: th  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 9.00ppm  
Nb classes: 7.00  
Moyenne: 3.237ppm  
Écart type: 1.234ppm

1

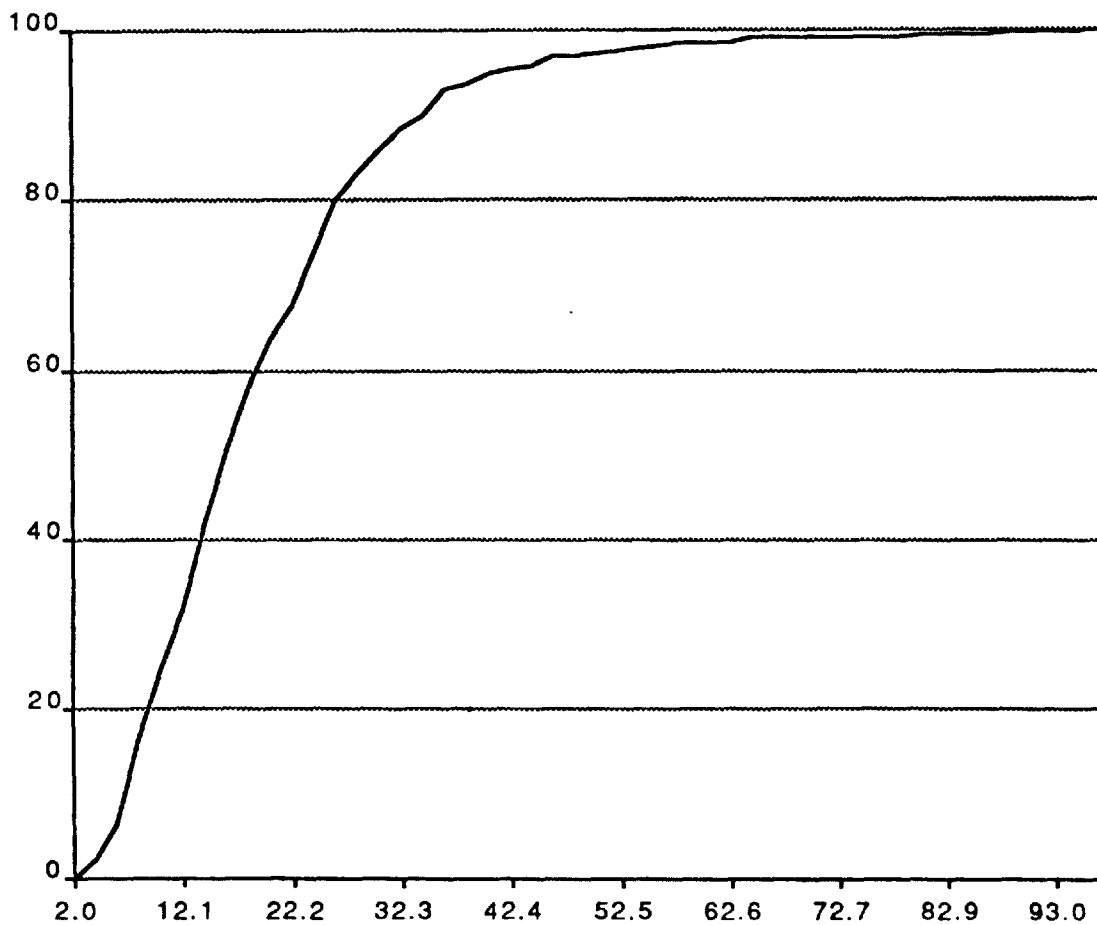


Niveau: Sélection #1  
Variable: ti  
Actifs: 283  
Min.: 1.00cct  
Max.: 9.00cct  
Nb classes: 8.00  
Moyenne: 1.548cct  
Écart type: 1.158cct



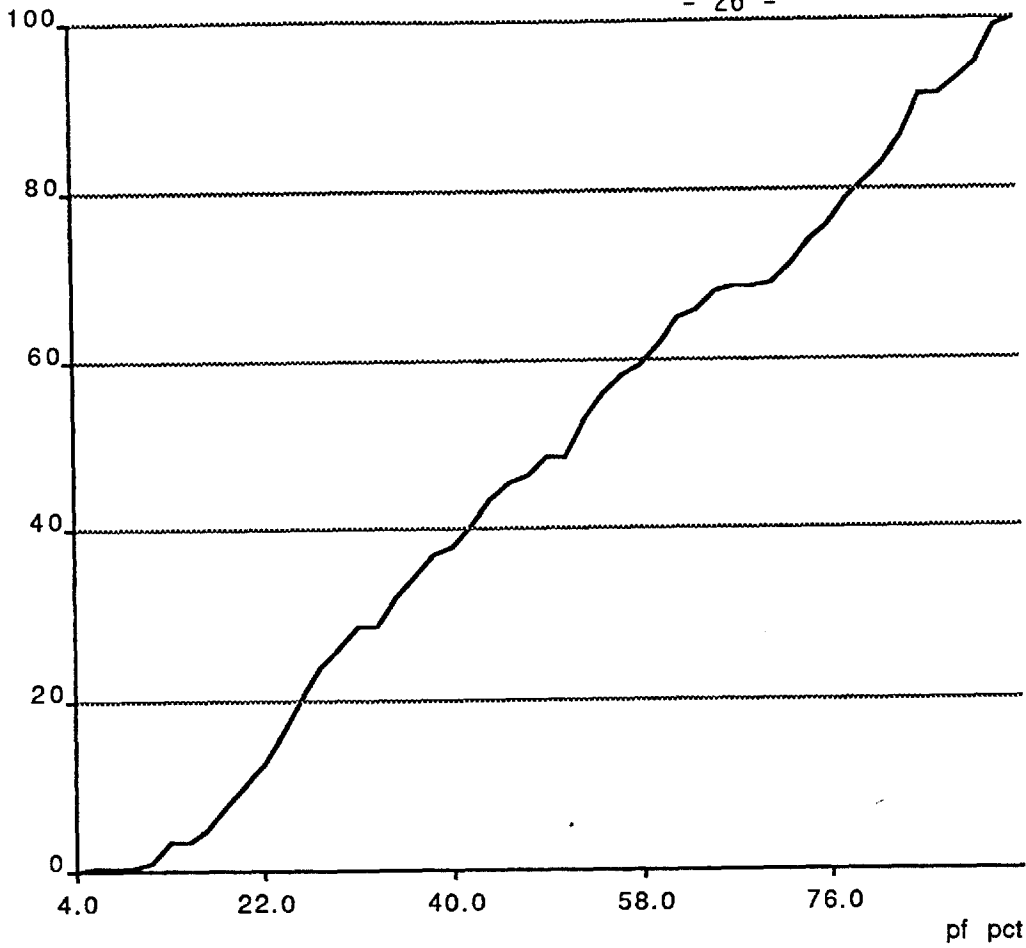
Variable: sm  
Actifs: 283  
Min.: 1.00ppm  
Max.: 8.00ppm  
Nb classes: 7.00  
Moyenne: 1.827ppm  
Écart type: 0.888ppm

1



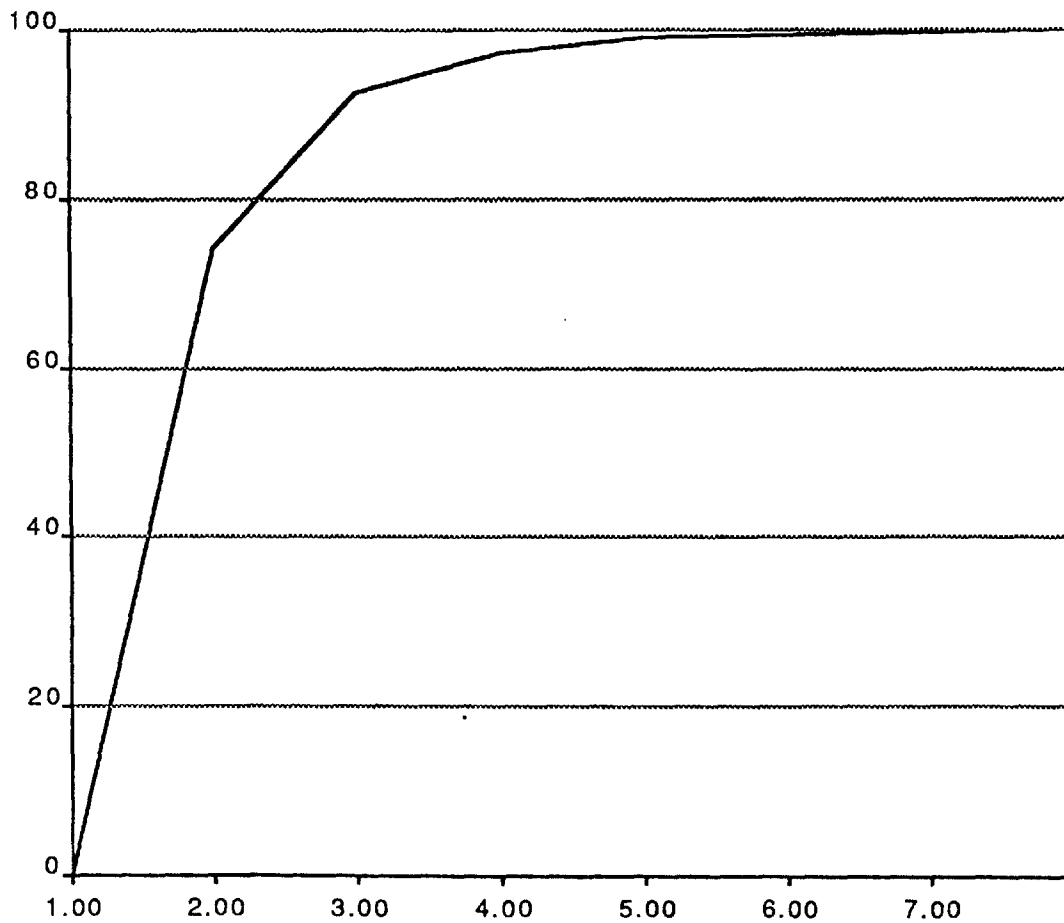
Niveau: Sélection #1  
Variable: sr  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 97.00ppm  
Nb classes: 47.00  
Moyenne: 18.445ppm  
Écart type: 12.980ppm

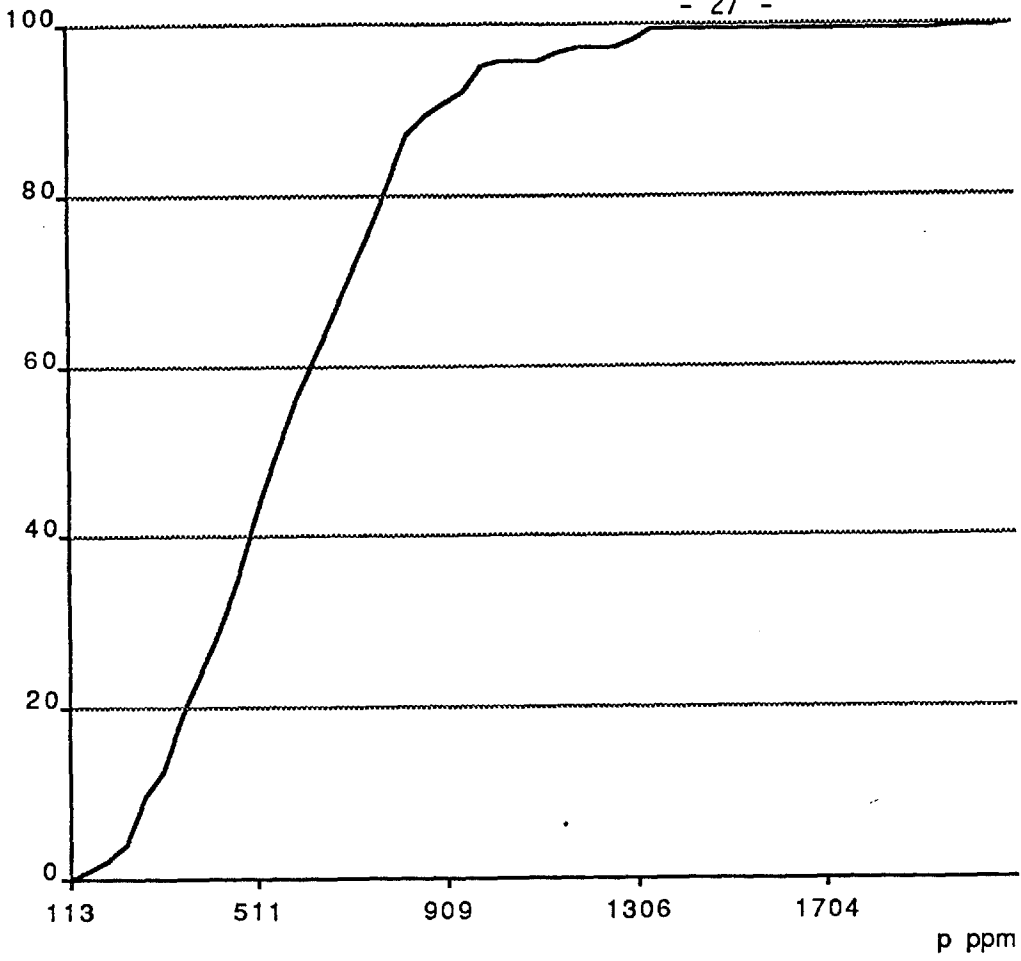
Variable: pf  
Actifs: 283  
Min.: 4.00pct  
Max.: 94.00pct  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 50.551pct  
Écart type: 24.693pc



I

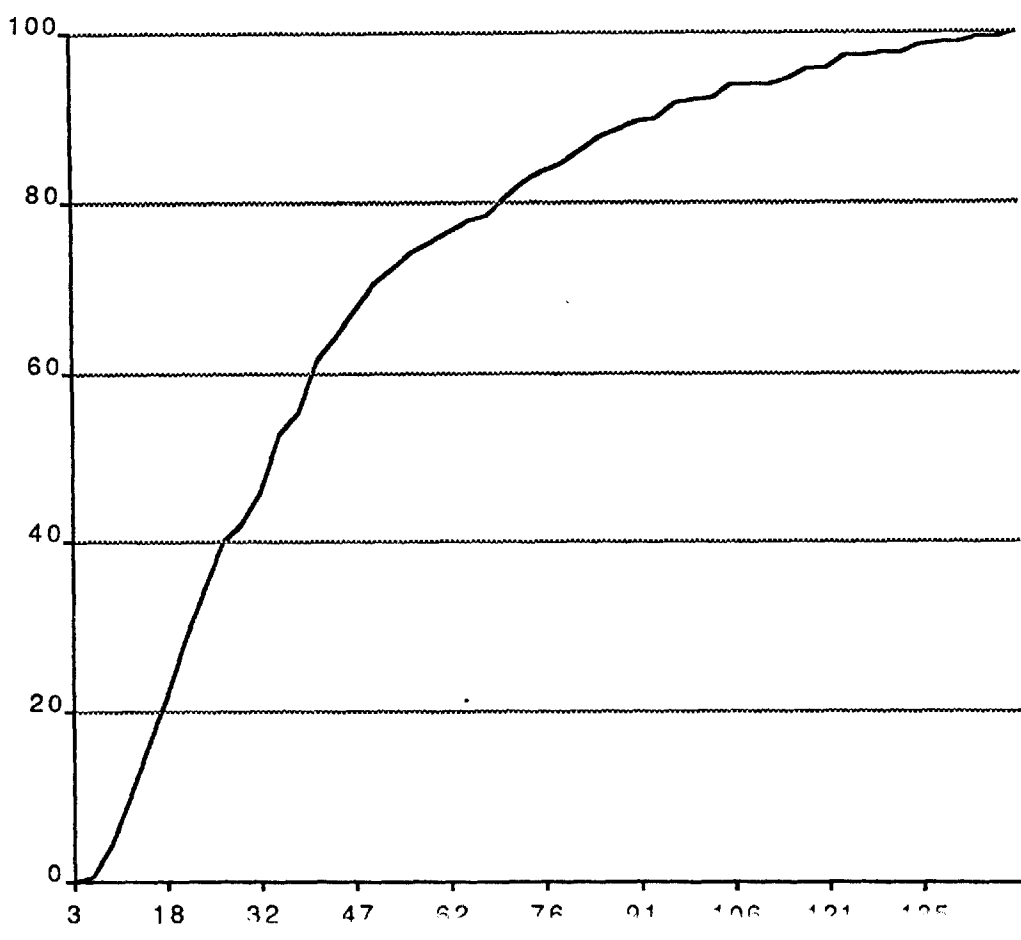
Niveau: Sélection #1  
Variable: sc  
Actifs: 283  
Min.: 1.00ppm  
Max.: 8.00ppm  
Nb classes: 7.00  
Moyenne: 1.385ppm  
Écart type: 0.836ppr





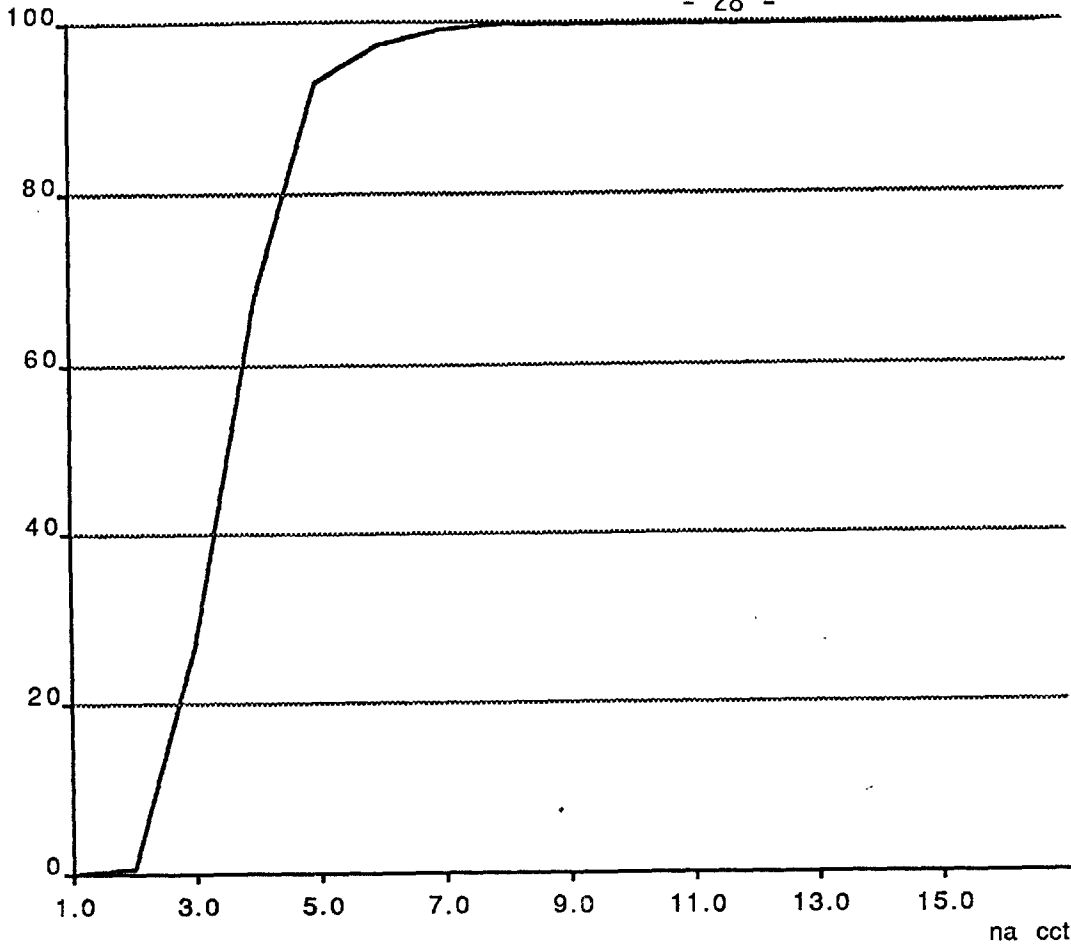
Variable: p  
Actifs: 283  
Min.: 113.00ppm  
Max.: 2102.00ppm  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 570.689ppm  
Écart type: 269.321p

I



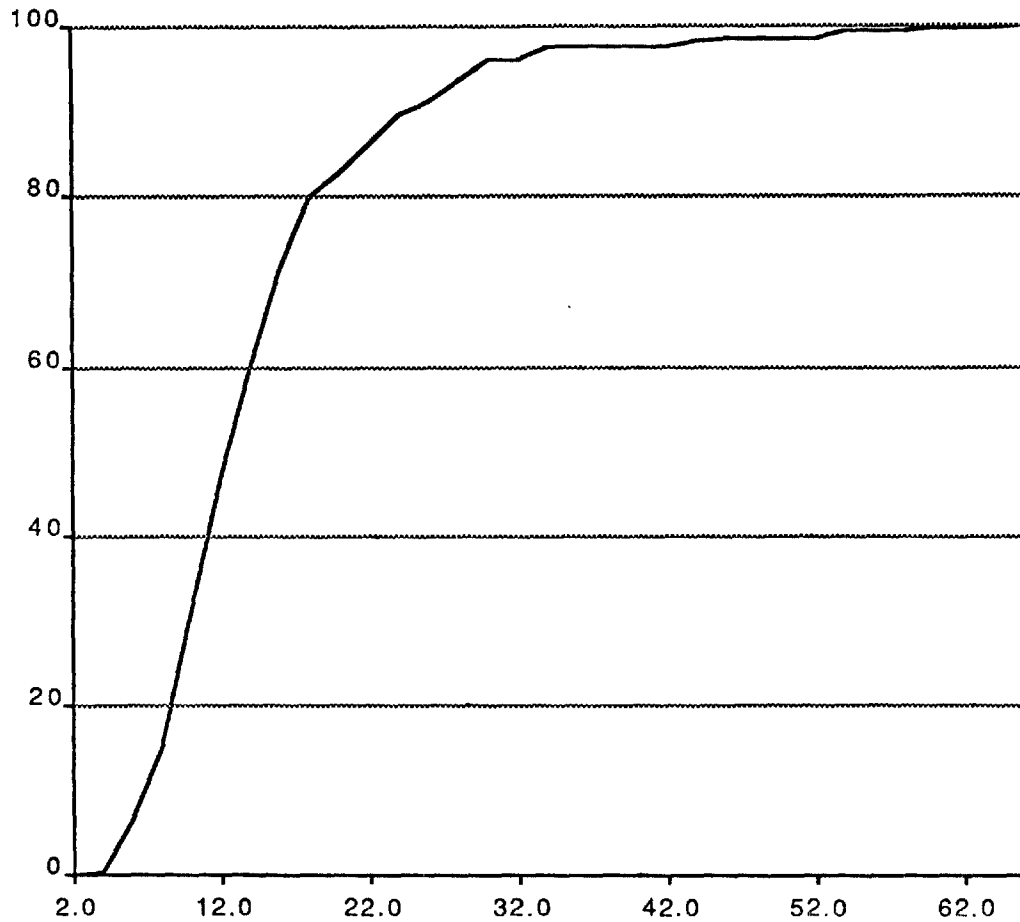
Niveau: Sélection #1  
Variable: pb  
Actifs: 283  
Min.: 3.00ppm  
Max.: 148.00ppm  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 47.636ppm  
Écart type: 45.892pp



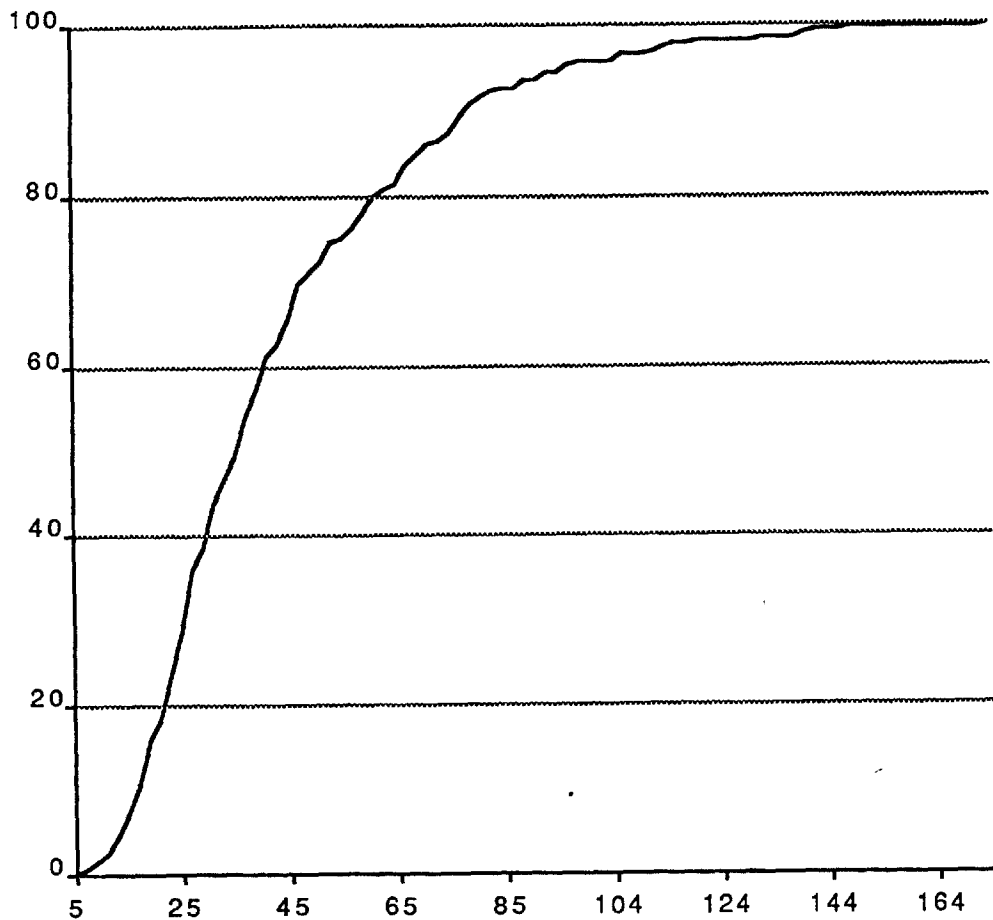


Variable: na  
Actifs: 283  
Min.: 1.00cct  
Max.: 17.00cct  
Nb classes: 16.00  
Moyenne: 3.191cct  
Écart type: 1.282cct

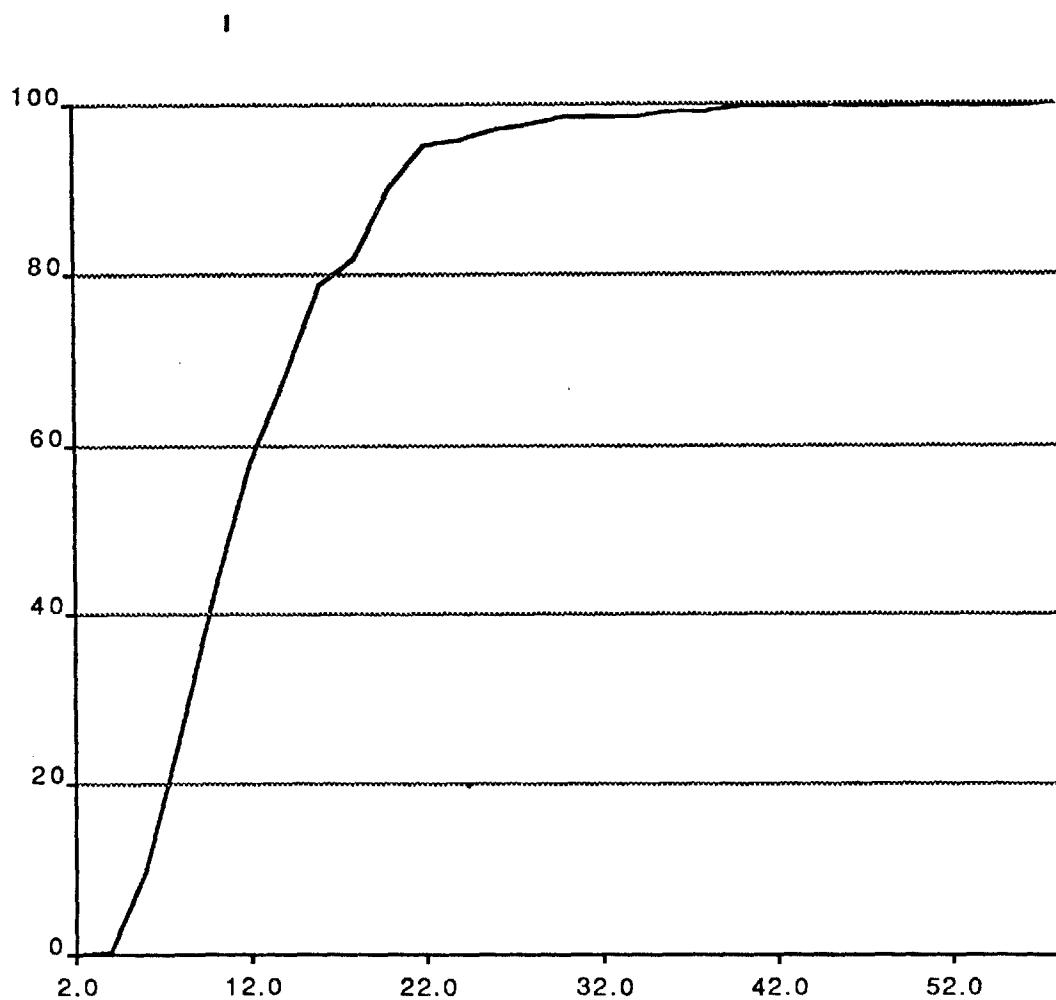
I



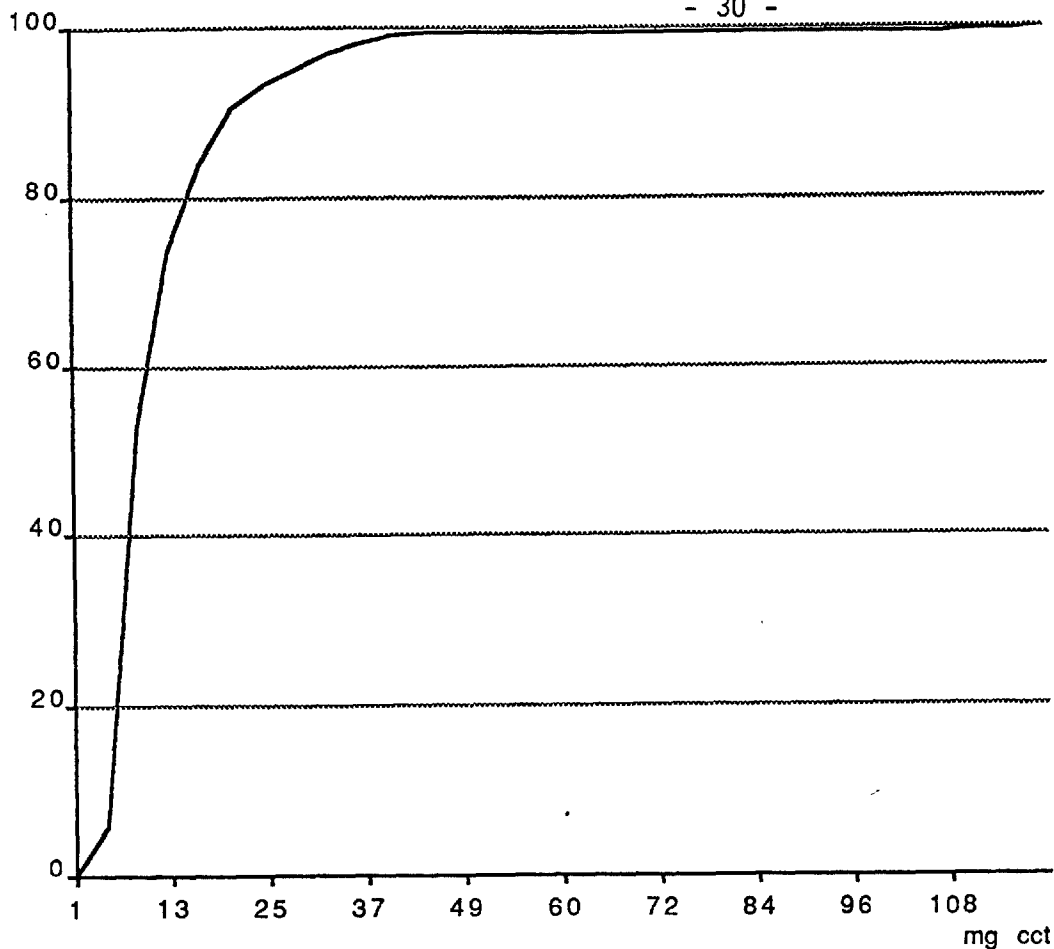
Niveau: Sélection #1  
Variable: ni  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 66.00ppm  
Nb classes: 32.00  
Moyenne: 13.007ppm  
Écart type: 8.666ppr



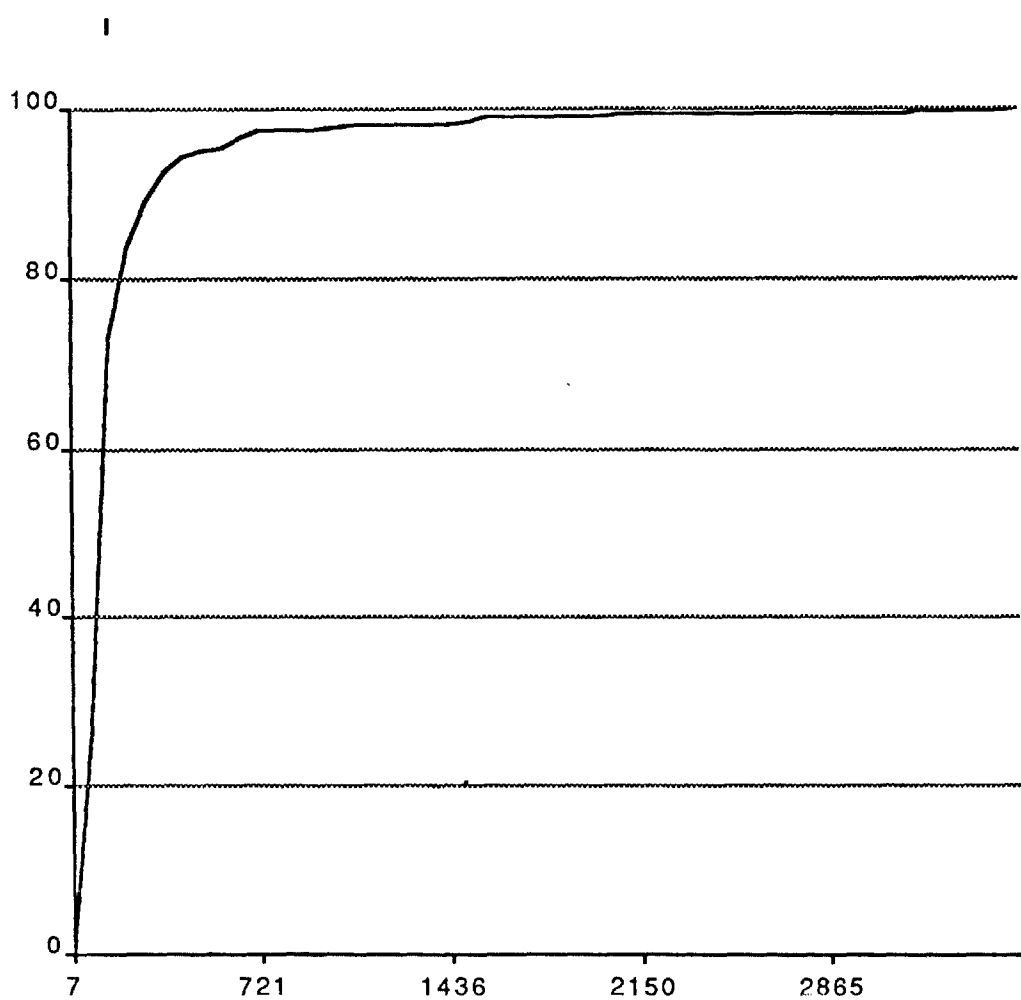
Niveau: Sélection #1  
Variable: zn  
Actifs: 283  
Min.: 5.00ppm  
Max.: 174.00ppm  
Nb classes: 85.00  
Moyenne: 41.014ppm  
Écart type: 27.488pp



Niveau: Sélection #1  
Variable: br  
Actifs: 236  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 58.00ppm  
Nb classes: 28.00  
Moyenne: 10.860ppm  
Écart type: 6.618ppr

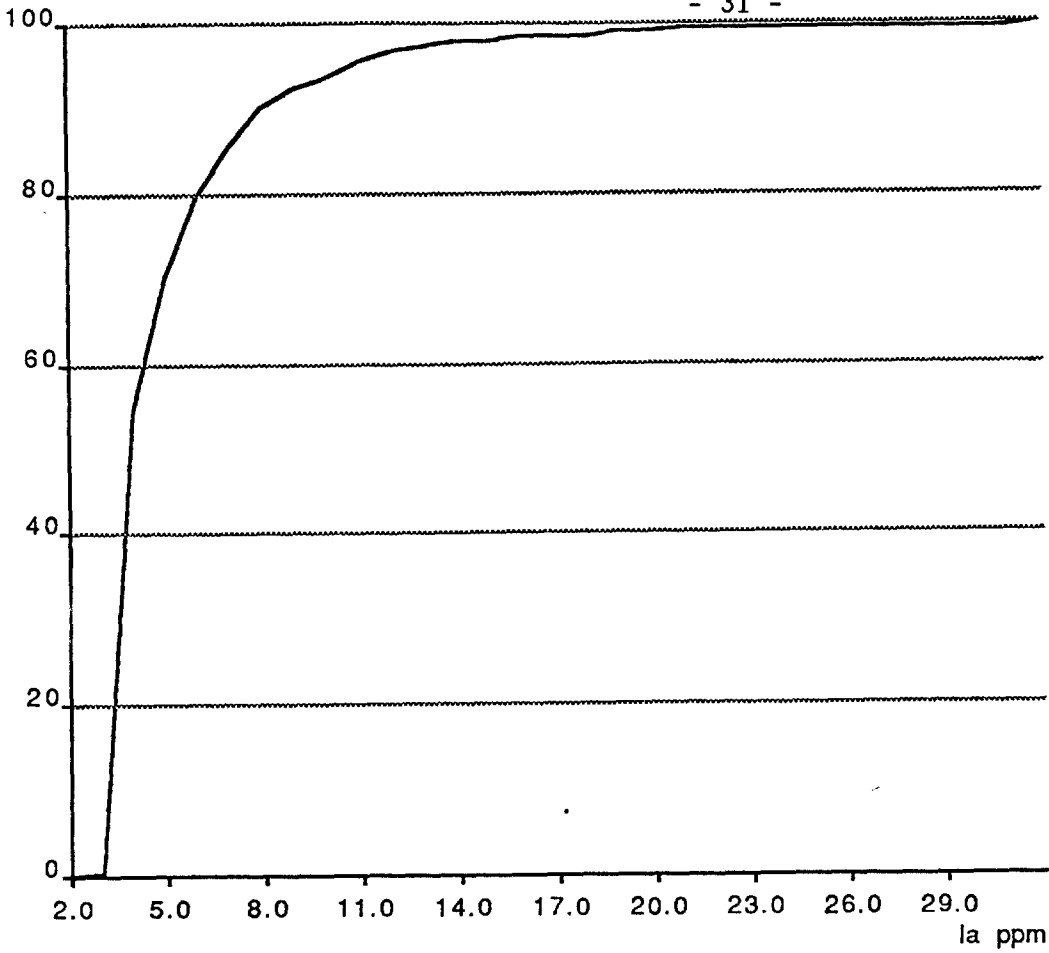


Variable: mg  
Actifs: 283  
Min.: 1.00cct  
Max.: 120.00cct  
Nb classes: 30.00  
Moyenne: 9.325cct  
Écart type: 11.336cc



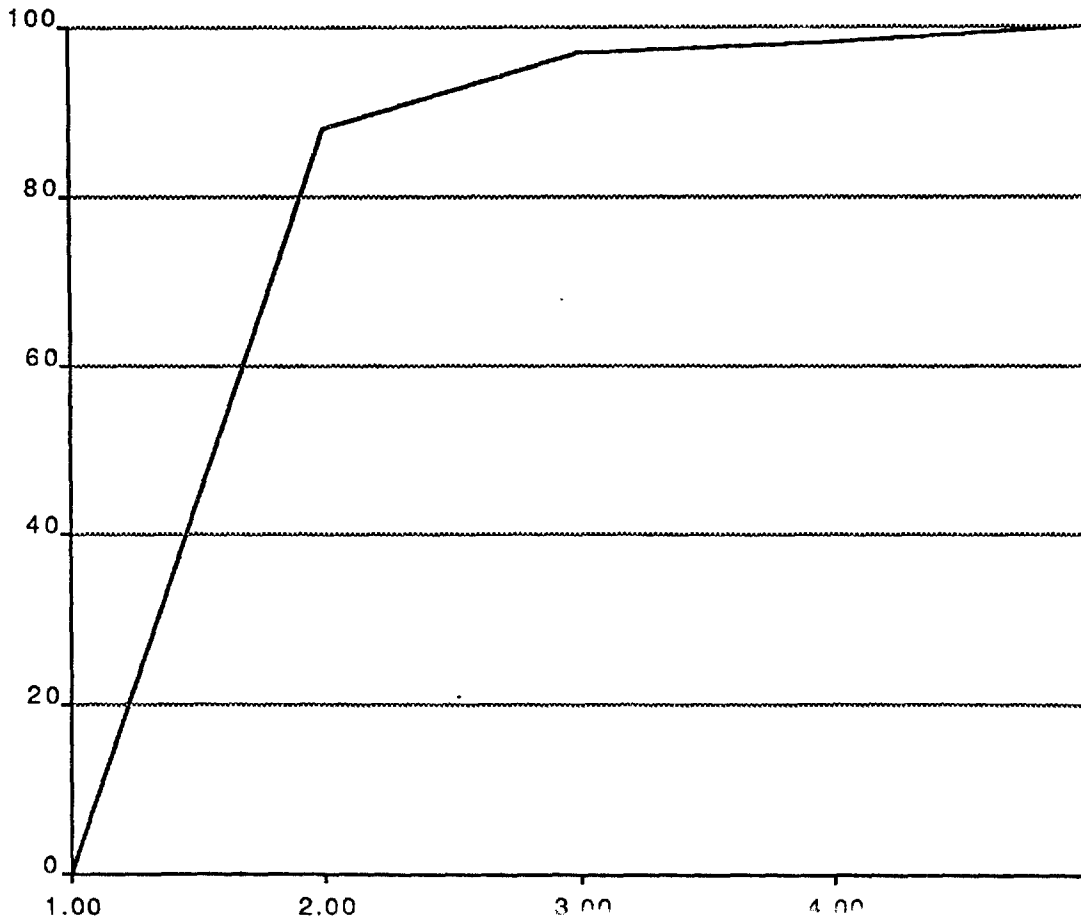
Niveau: Sélection #1  
Variable: mn  
Actifs: 283  
Min.: 7.00ppm  
Max.: 3579.00ppm  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 149.233ppm  
Écart type: 342.651p

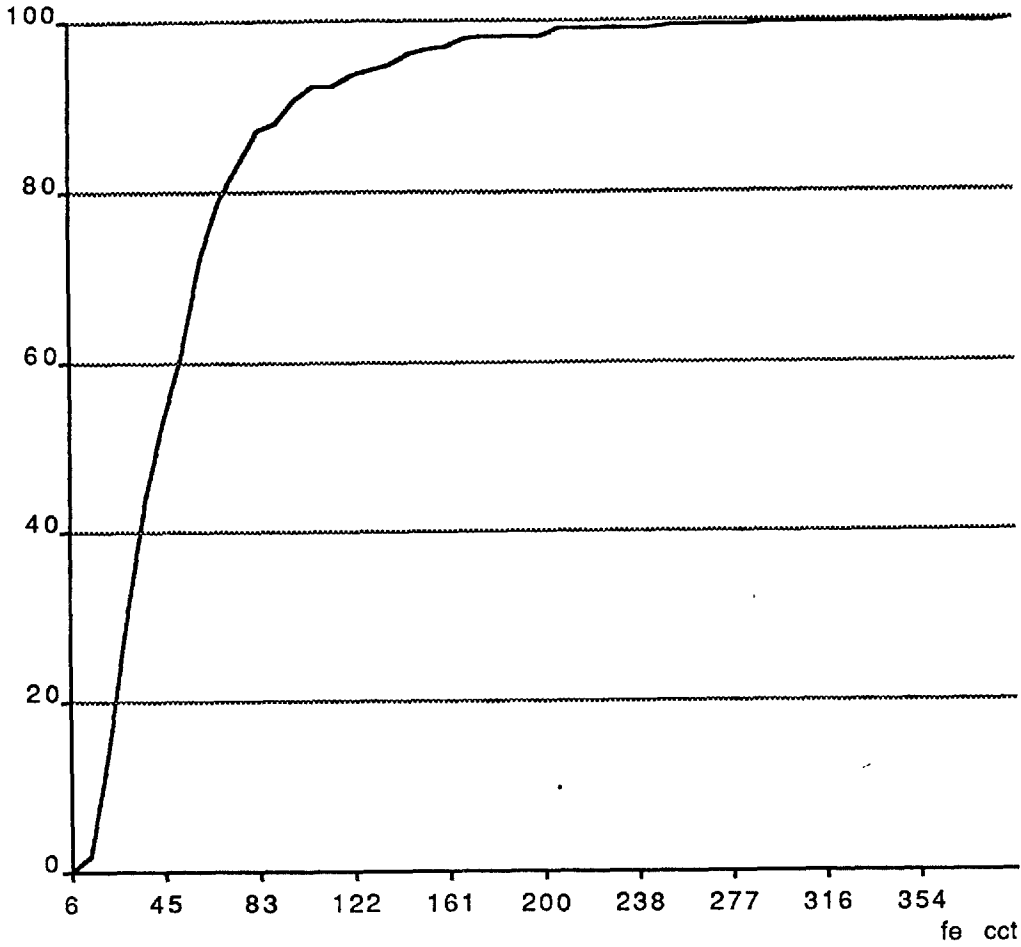
Variable: la  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 32.00ppm  
Nb classes: 30.00  
Moyenne: 4.640ppm  
Écart type: 3.436ppr



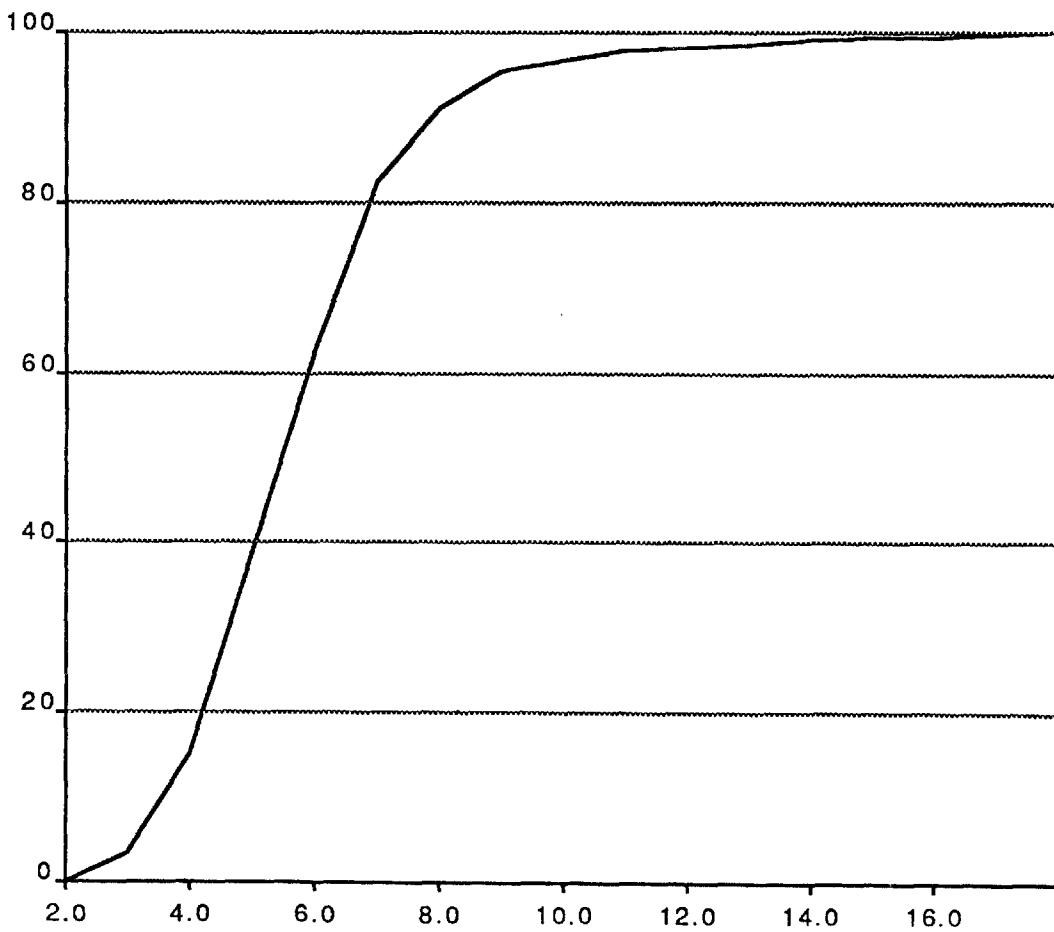
I

Niveau: Sélection #1  
Variable: li  
Actifs: 283  
Min.: 1.00ppm  
Max.: 5.00ppm  
Nb classes: 4.00  
Moyenne: 1.180ppm  
Écart type: 0.589ppr



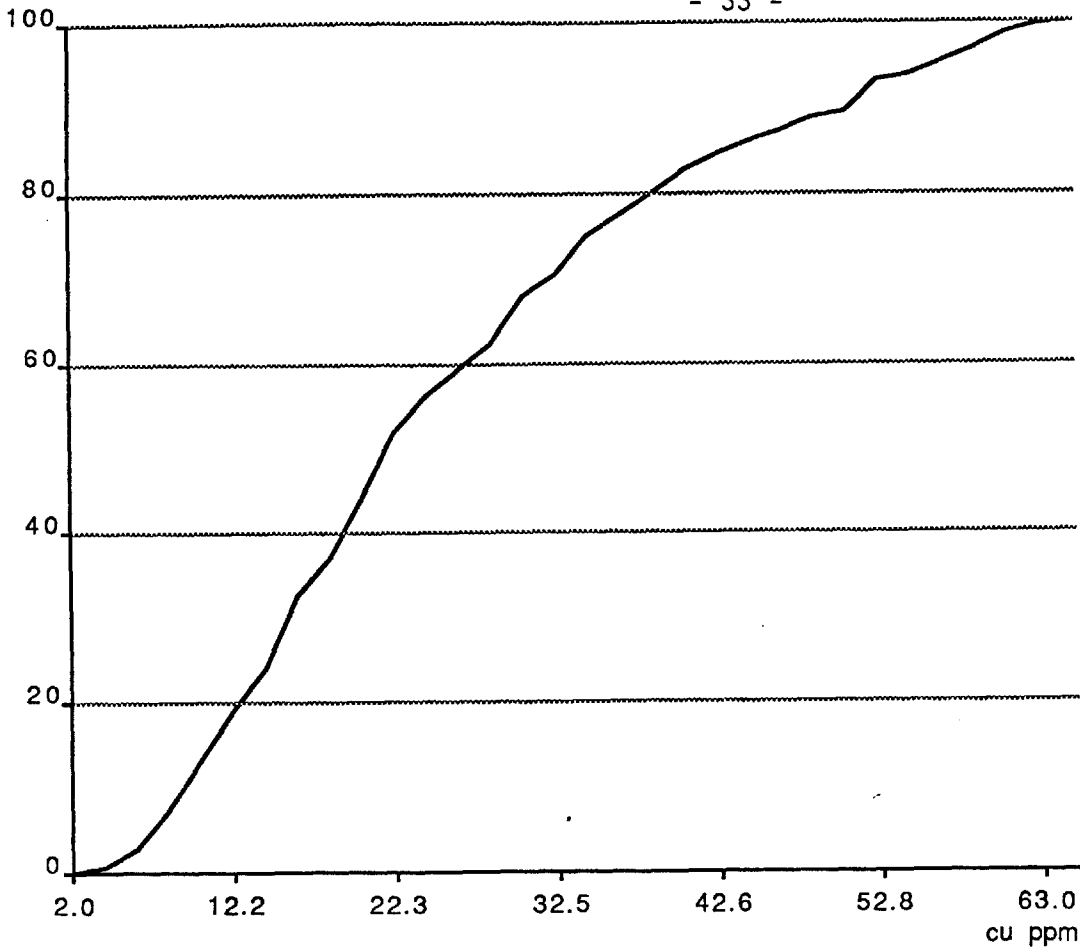


Niveau: Sélection #1  
Variable: fe  
Actifs: 283  
Min.: 6.00cct  
Max.: 393.00cct  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 49.781cct  
Écart type: 43.752cc



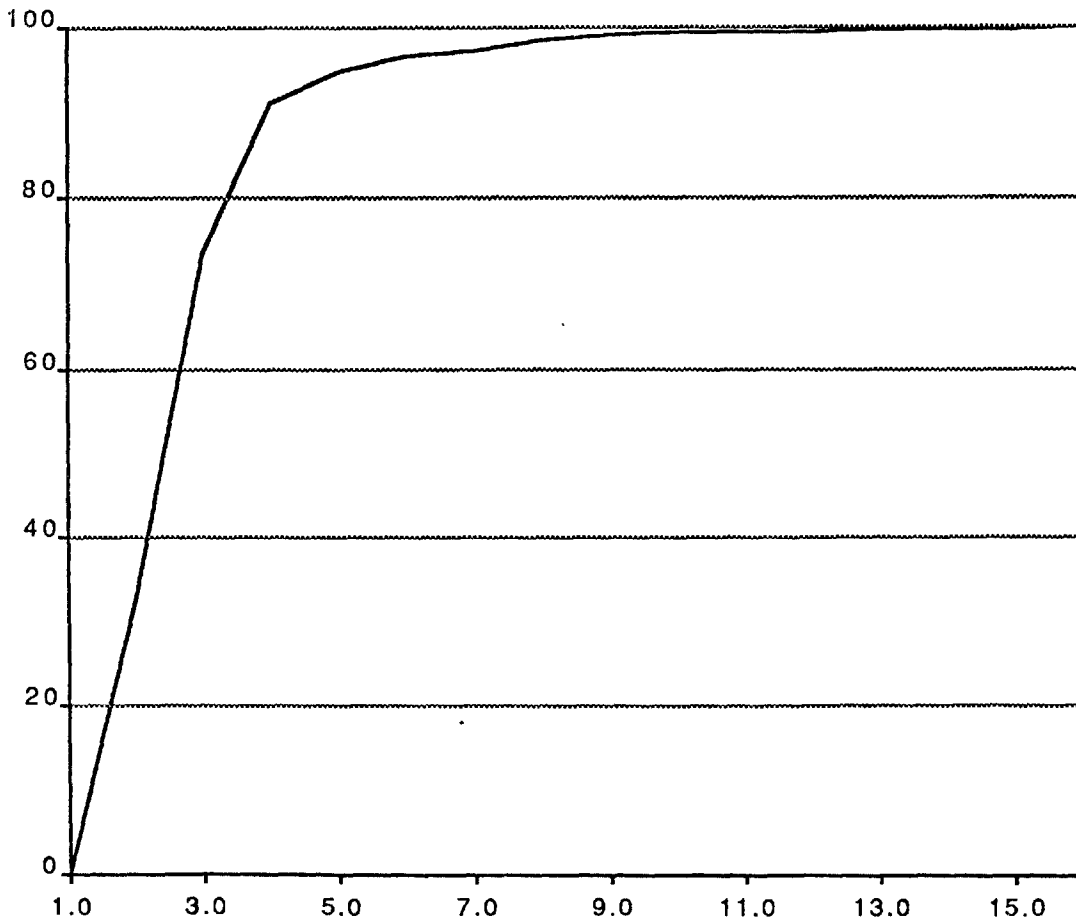
Niveau: Sélection #1  
Variable: k  
Actifs: 283  
Min.: 2.00cct  
Max.: 18.00cct  
Nb classes: 16.00  
Moyenne: 5.230cct  
Écart type: 2.068cct

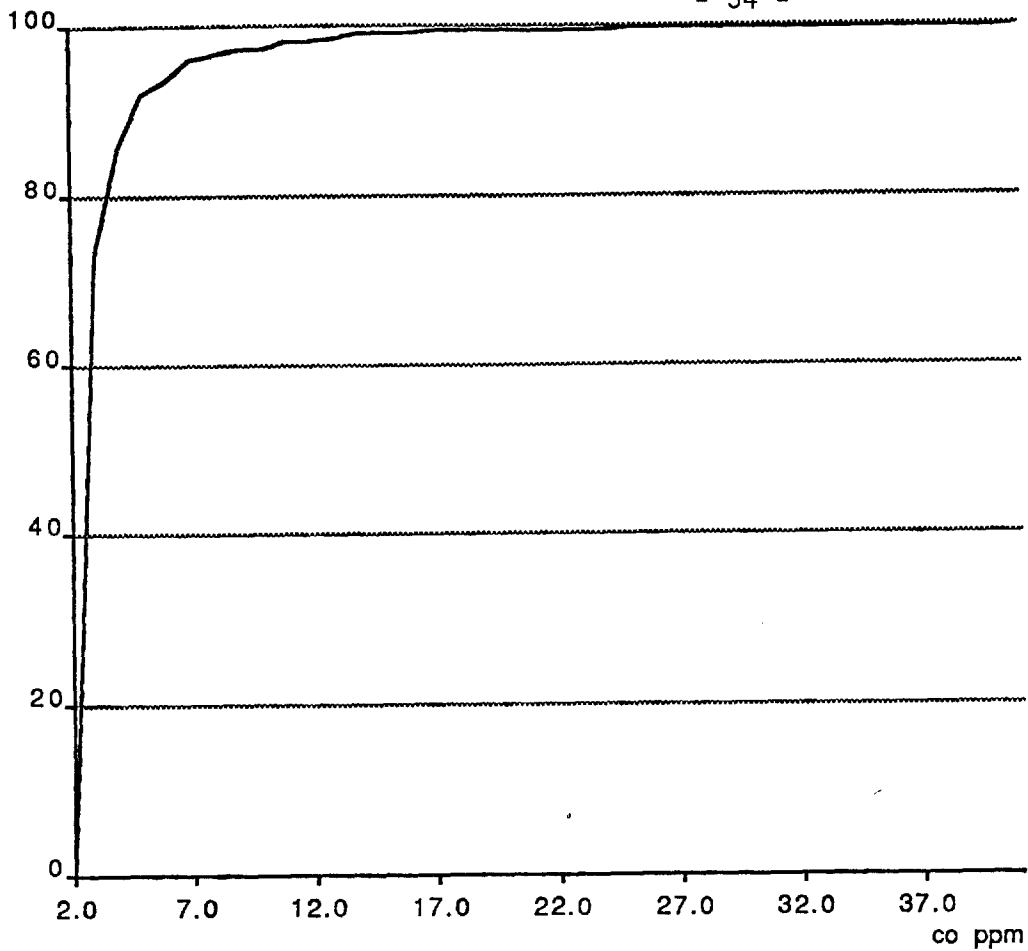
Variable: cu  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 64.00ppm  
Nb classes: 31.00  
Moyenne: 30.042ppm  
Écart type: 23.202pp



I

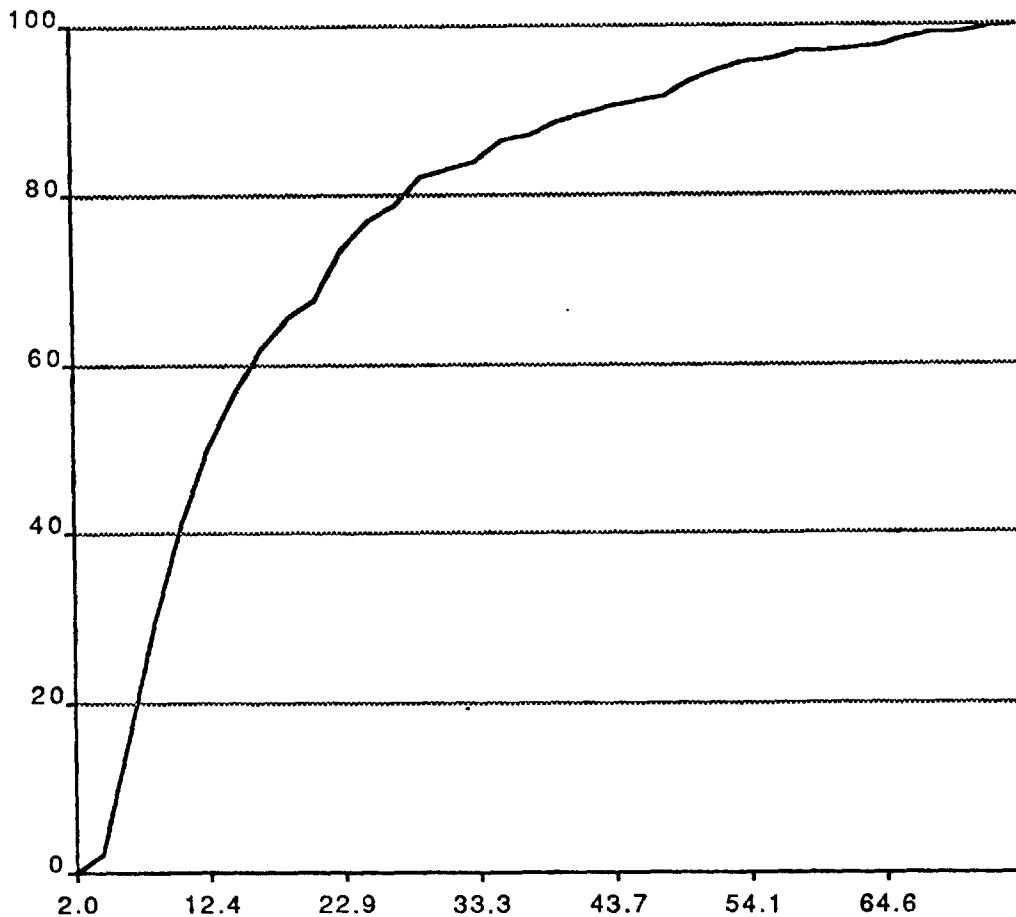
Niveau: Sélection #1  
Variable: eu  
Actifs: 283  
Min.: 1.00dpm  
Max.: 16.00dpm  
Nb classes: 15.00  
Moyenne: 2.201dpm  
Écart type: 1.608dpm



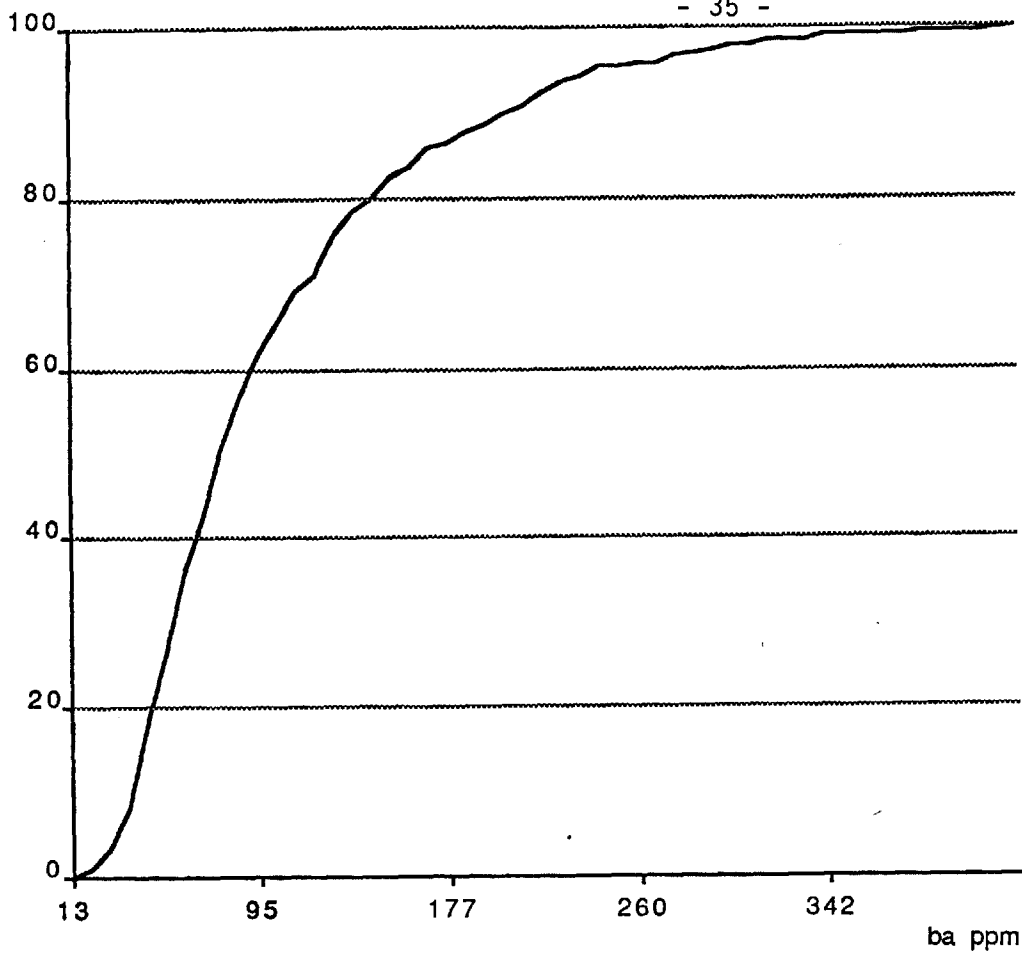


Variable: co  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 41.00ppm  
Nb classes: 39.00  
Moyenne: 2.890ppm  
Écart type: 3.124ppm

I

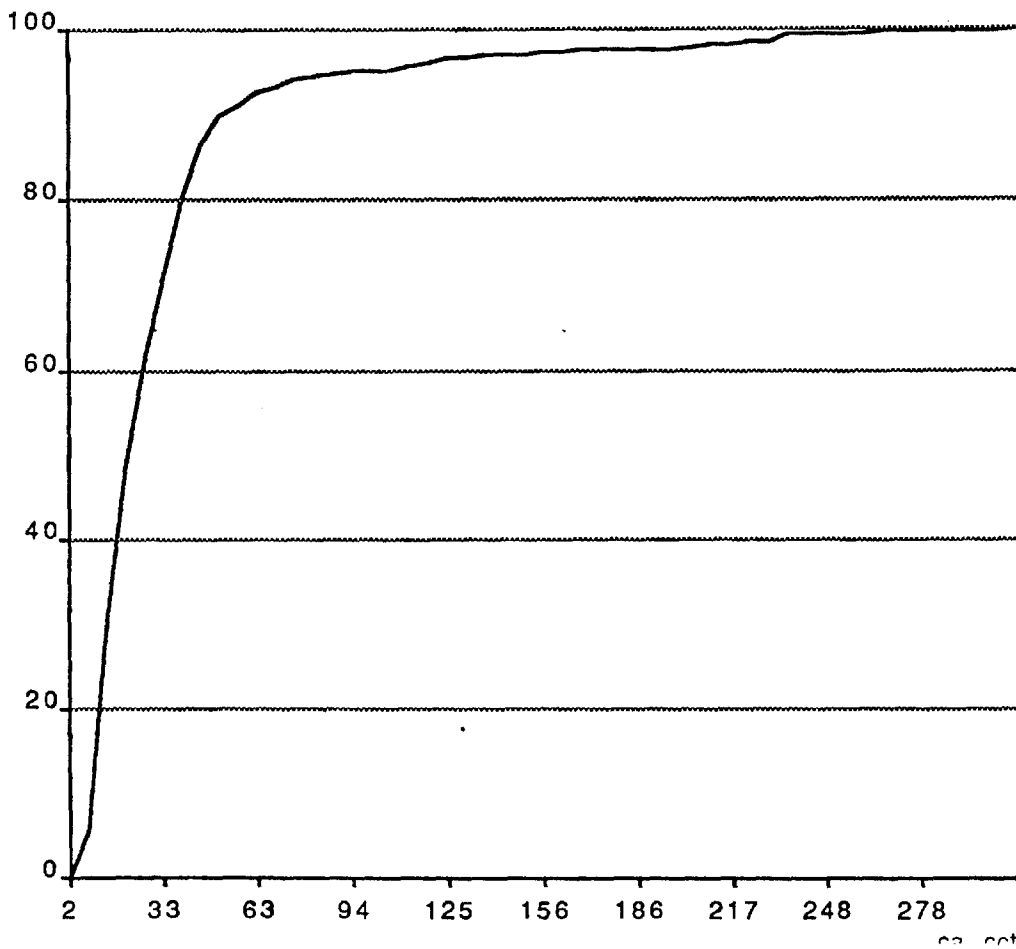


Niveau: Sélection #1  
Variable: cr  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 72.00ppm  
Nb classes: 35.00  
Moyenne: 19.244ppm  
Écart type: 19.803pp



Variable: ba  
Actifs: 283  
Min.: 13.00ppm  
Max.: 424.00ppm  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 97.329ppm  
Écart type: 70.845pp

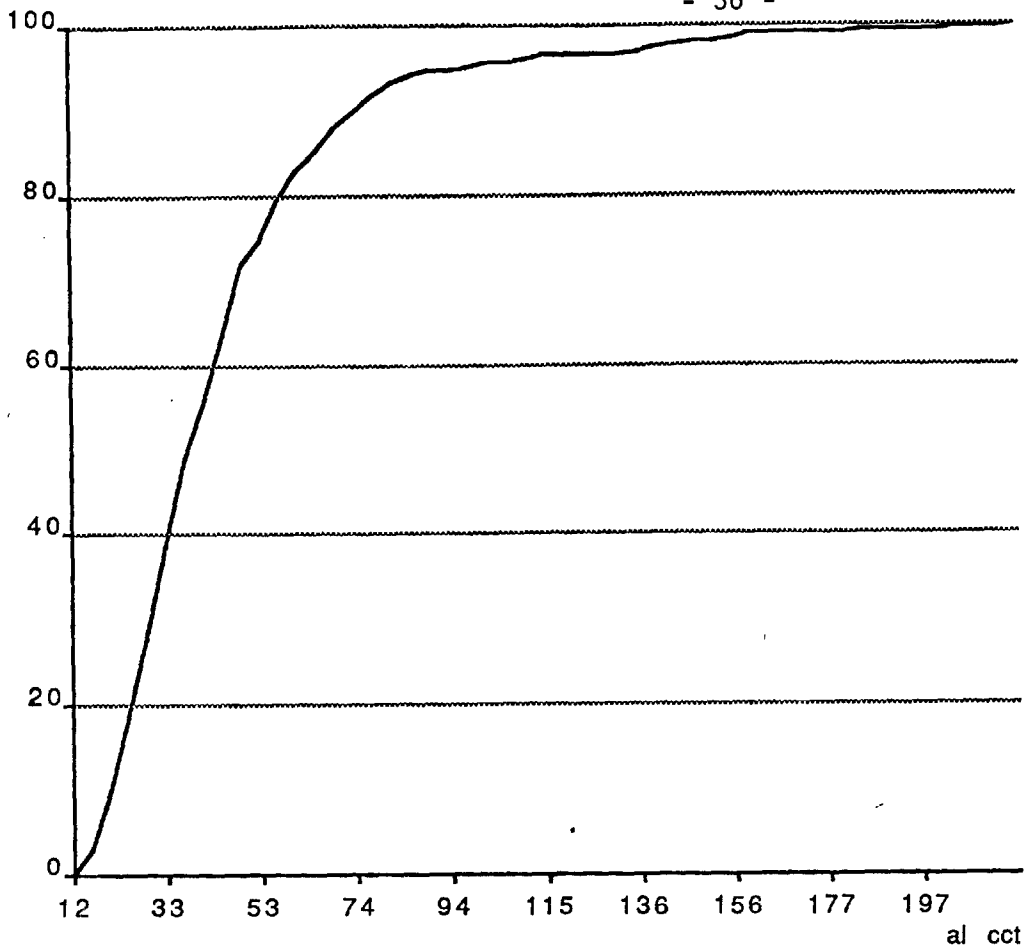
I



Niveau: Sélection #1  
Variable: ca  
Actifs: 283  
Min.: 2.00cct  
Max.: 309.00cct  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 29.198cct  
Écart type: 40.076cc

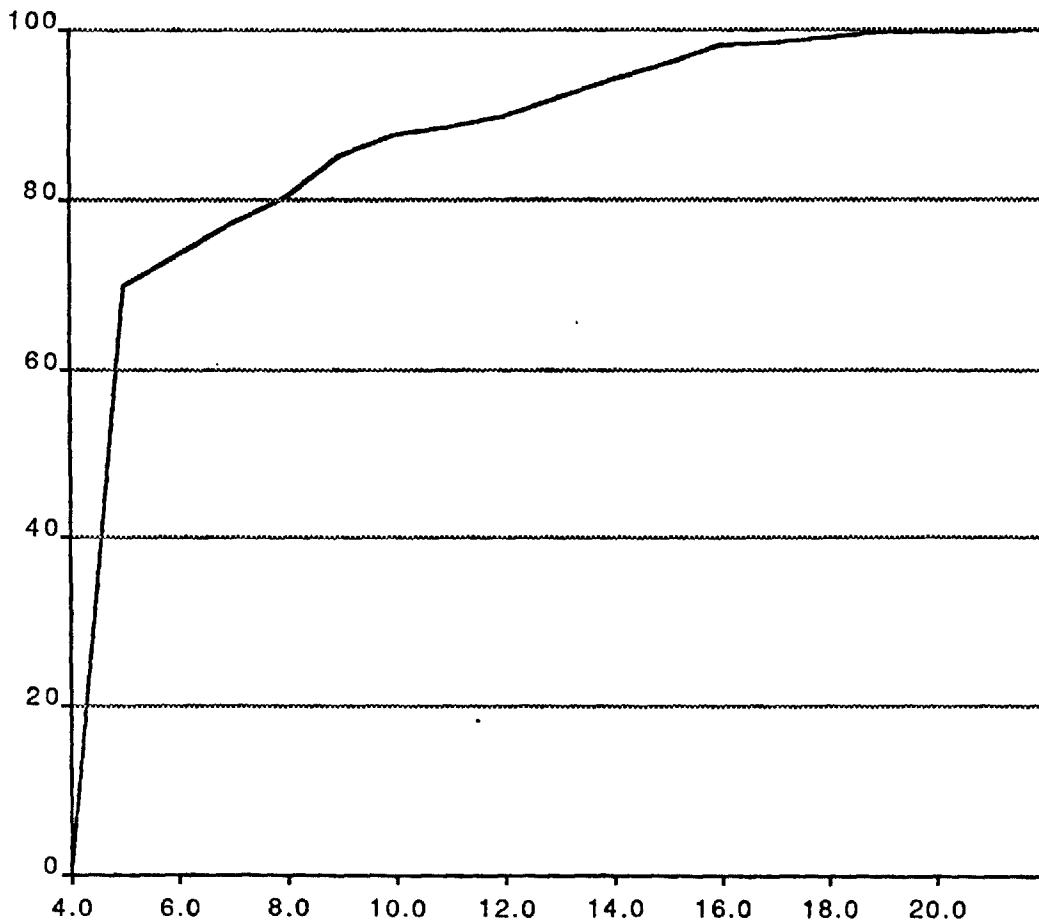


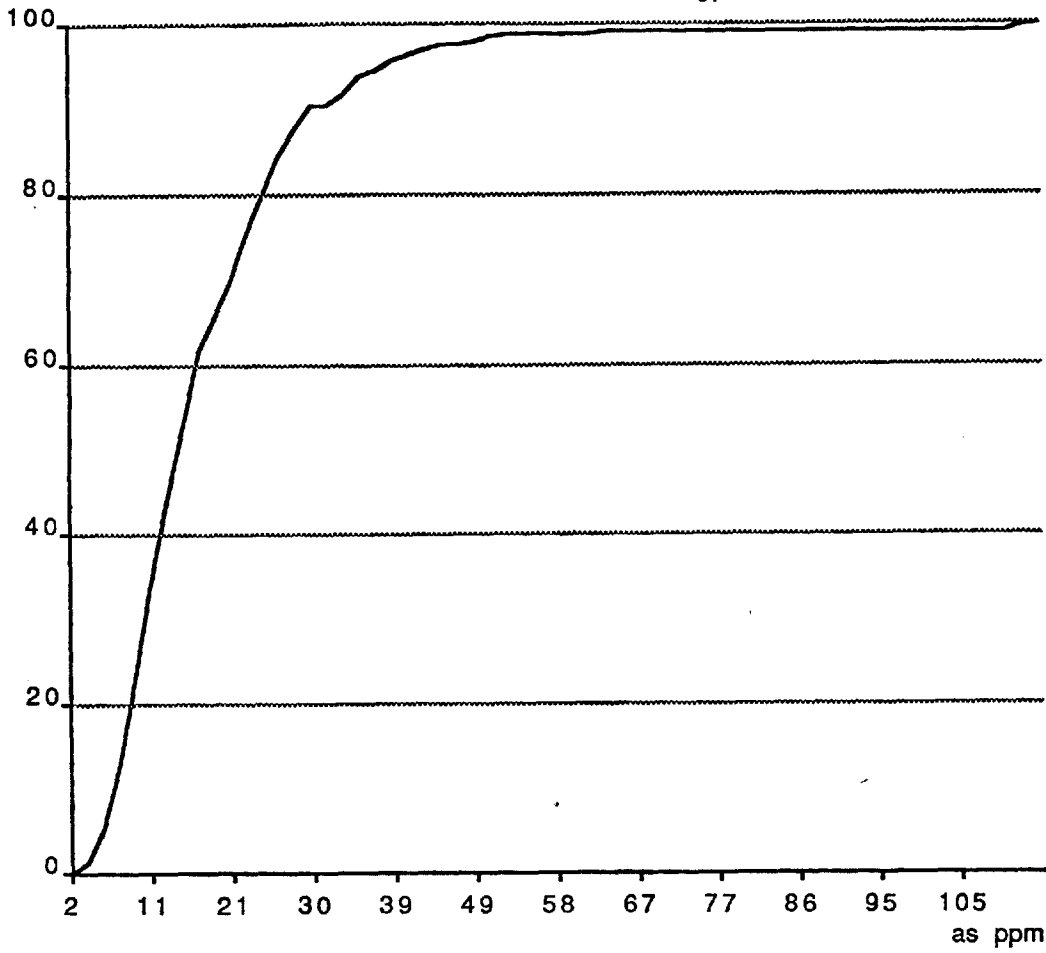
Variable: al  
Actifs: 283  
Min.: 12.00cct  
Max.: 218.00cct  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 42.958cct  
Écart type: 29.615cc



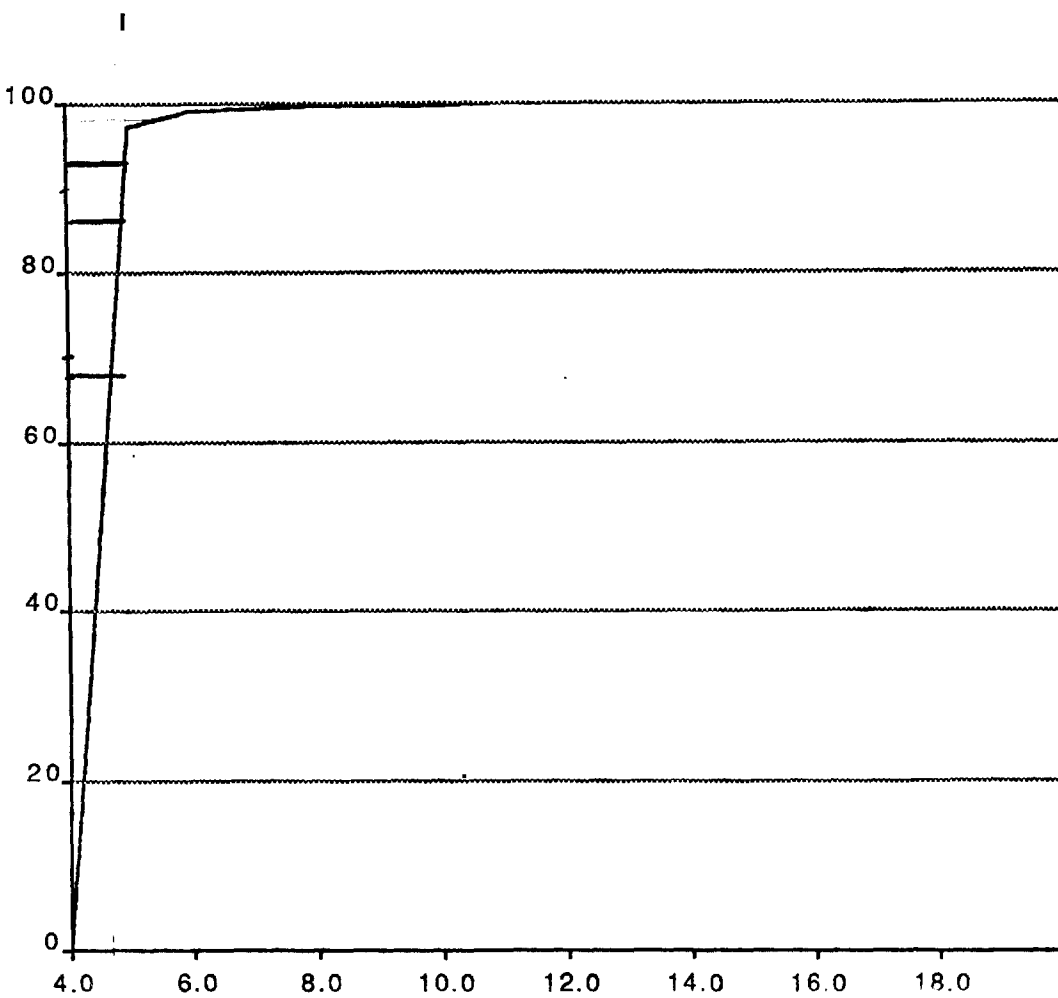
I

Niveau: Sélection #1  
Variable: b  
Actifs: 283  
Min.: 4.00ppm  
Max.: 22.00ppm  
Nb classes: 18.00  
Moyenne: 5.721ppm  
Écart type: 3.354ppm



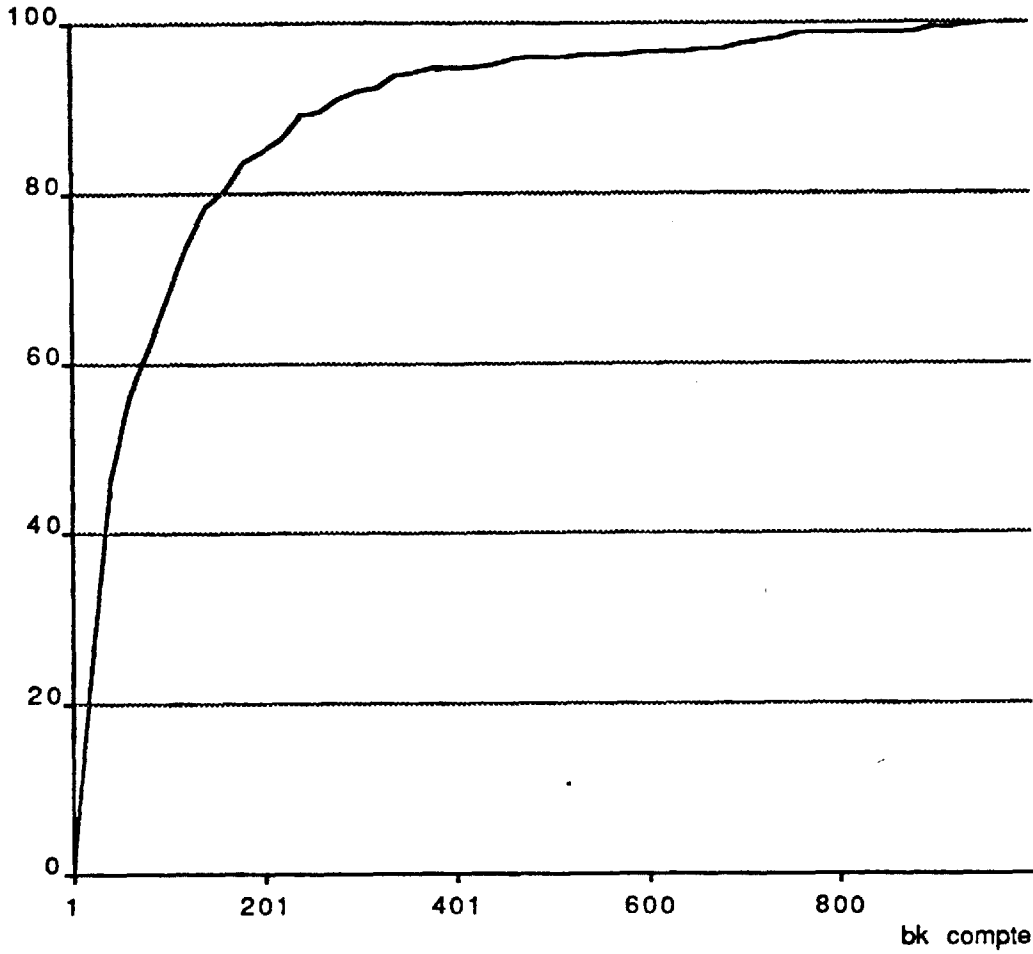


Variable: as  
Actifs: 248  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 114.00ppm  
Nb classes: 60.00  
Moyenne: 16.778ppm  
Écart type: 13.158pp



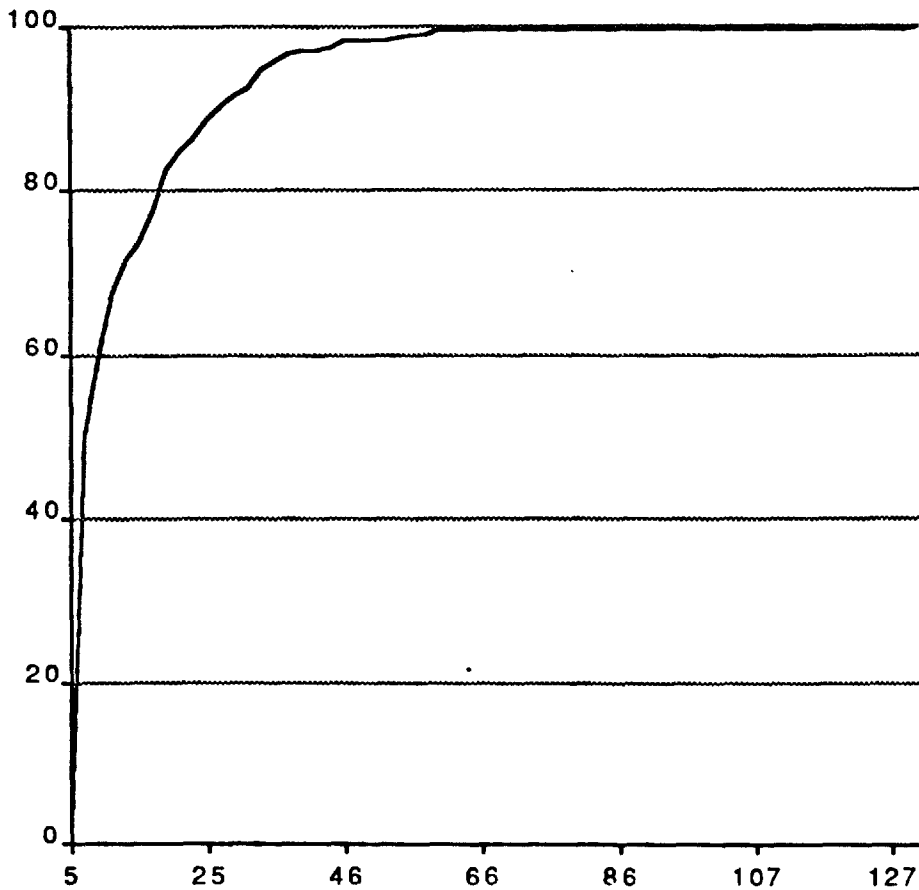
Niveau: Sélection #1  
Variable: ag  
Actifs: 283  
Min.: 4.00dpm  
Max.: 10.00dpm  
Nb classes: 16.00  
Moyenne: 4.943dpm  
Écart type: 8.677dpm

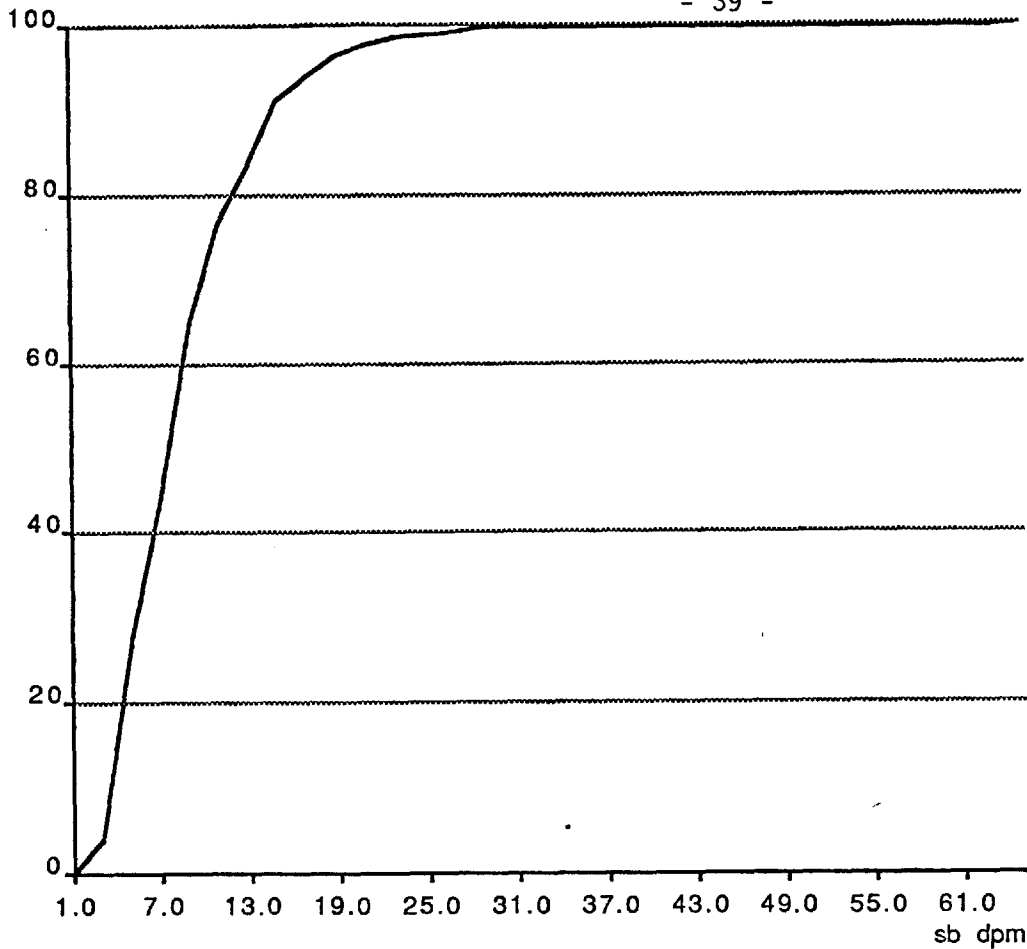
Niveau: Sélection #1  
Variable: CEREUS  
Actifs: 283  
Min.: 1.00compte  
Max.: 950.00compte  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 241.095com  
Écart type: 1312.296



1

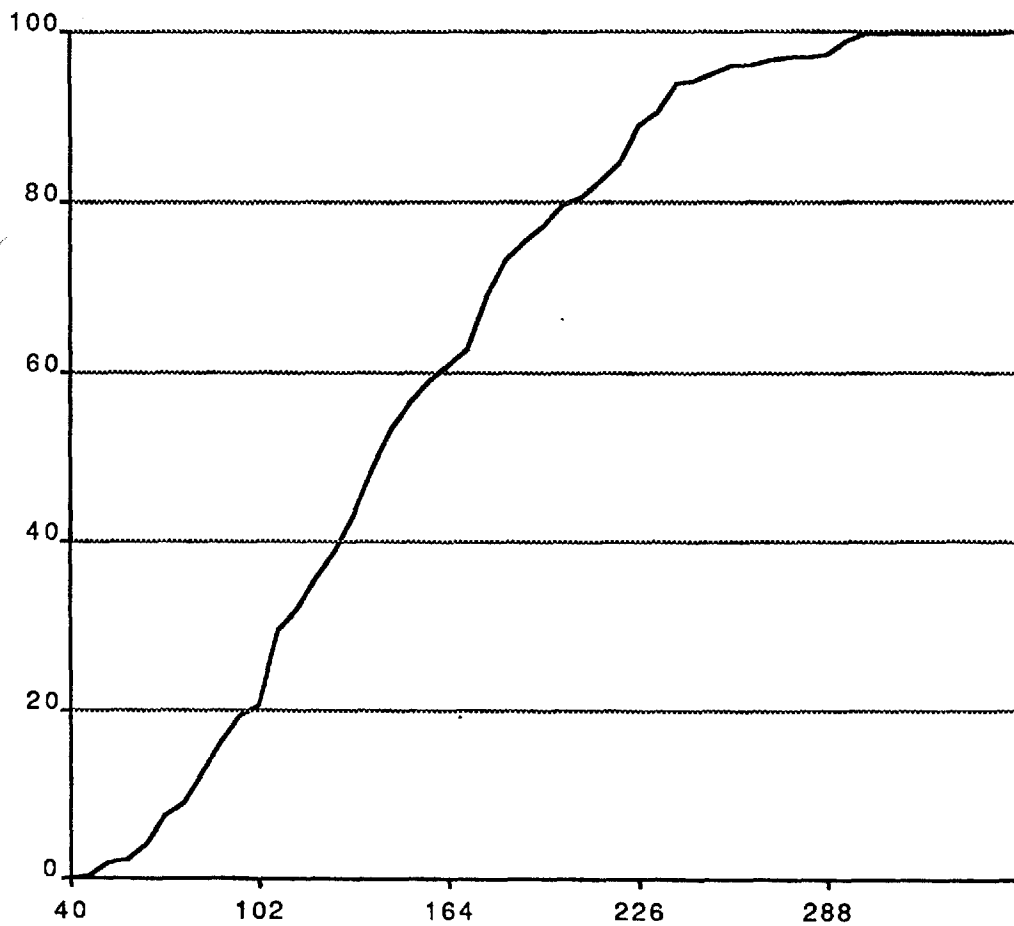
Niveau: Sélection #1  
Variable: au  
Actifs: 248  
Min.: 5.00ppb  
Max.: 131.00ppb  
Nb classes: 62.00  
Moyenne: 11.835ppb  
Écart type: 12.459ppb



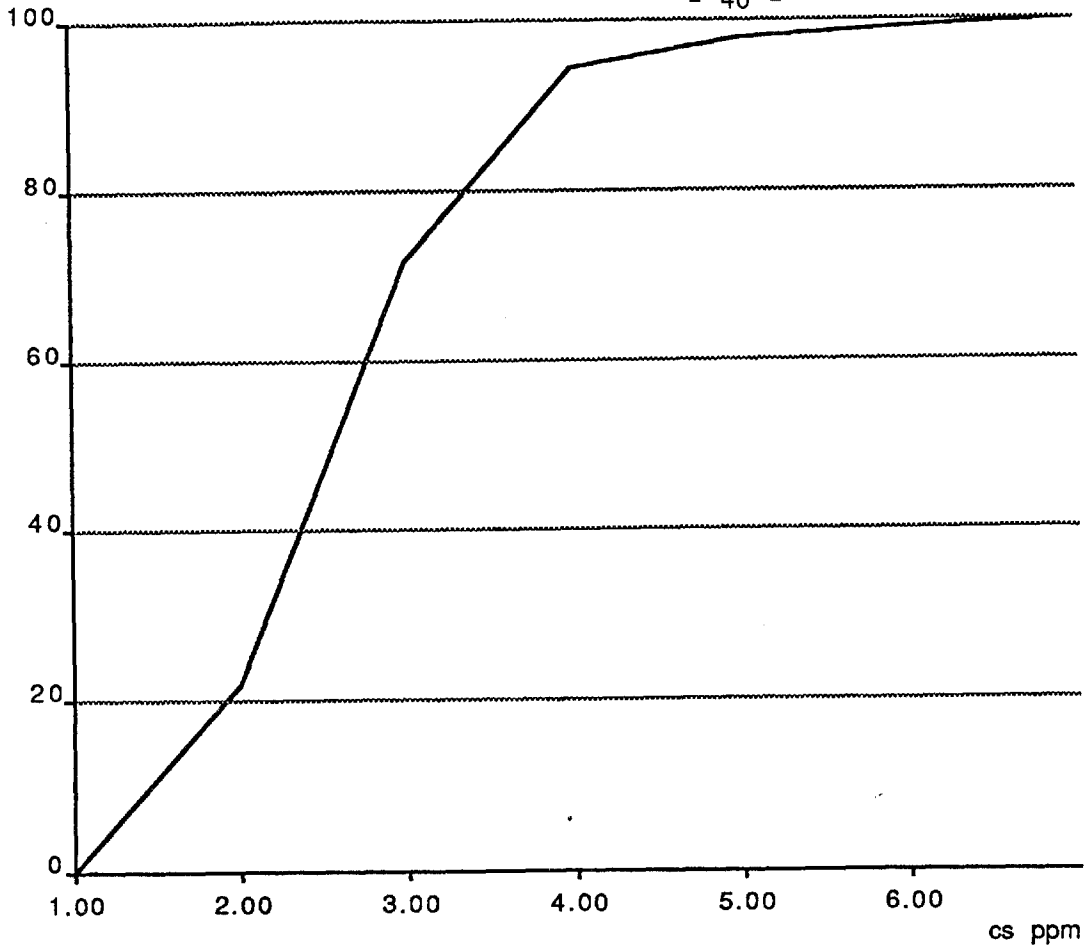


Variable: sb  
Actifs: 248  
Min.: 1.00dpm  
Max.: 65.00dpm  
Nb classes: 32.00  
Moyenne: 7.202dpm  
Écart type: 5.900dpm

I

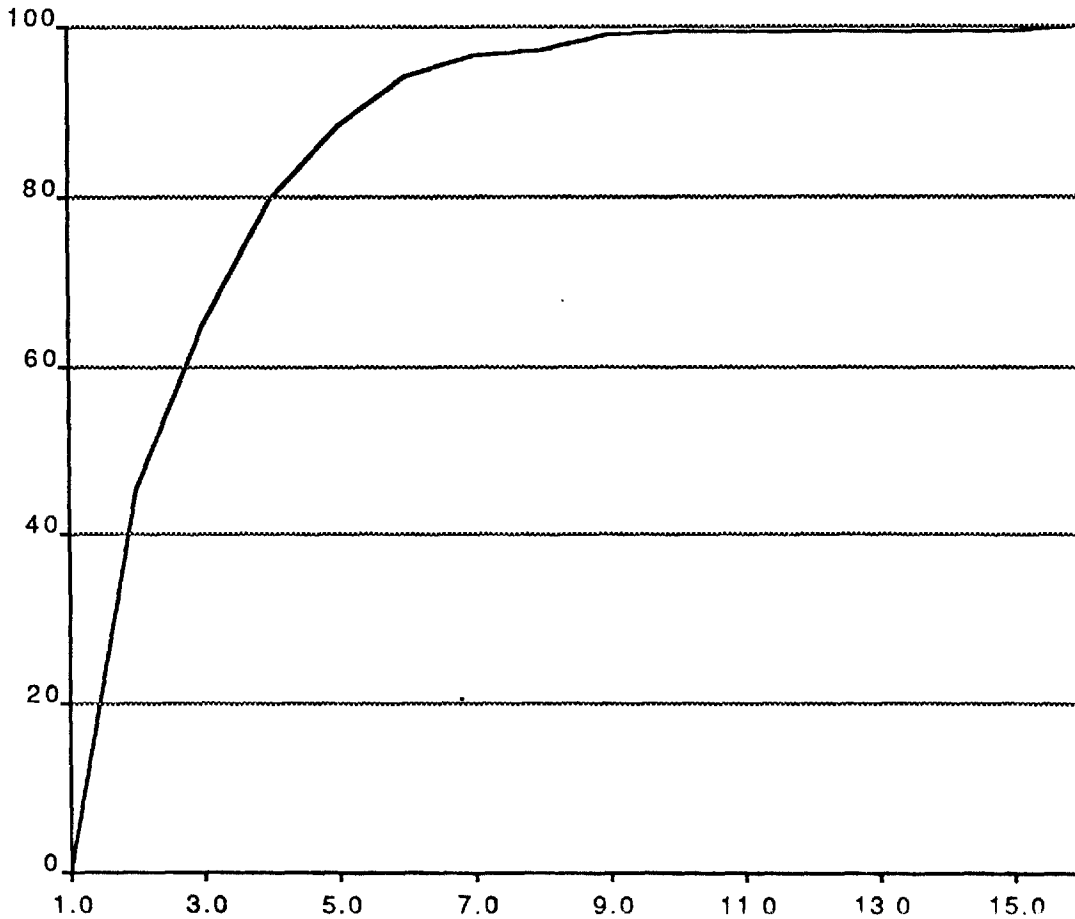


Niveau: Sélection #1  
Variable: hg  
Actifs: 227  
Min.: 40.00ppb  
Max.: 350.00ppb  
Nb classes: 50.00  
Moyenne: 147.181ppt  
Écart type: 58.983pp

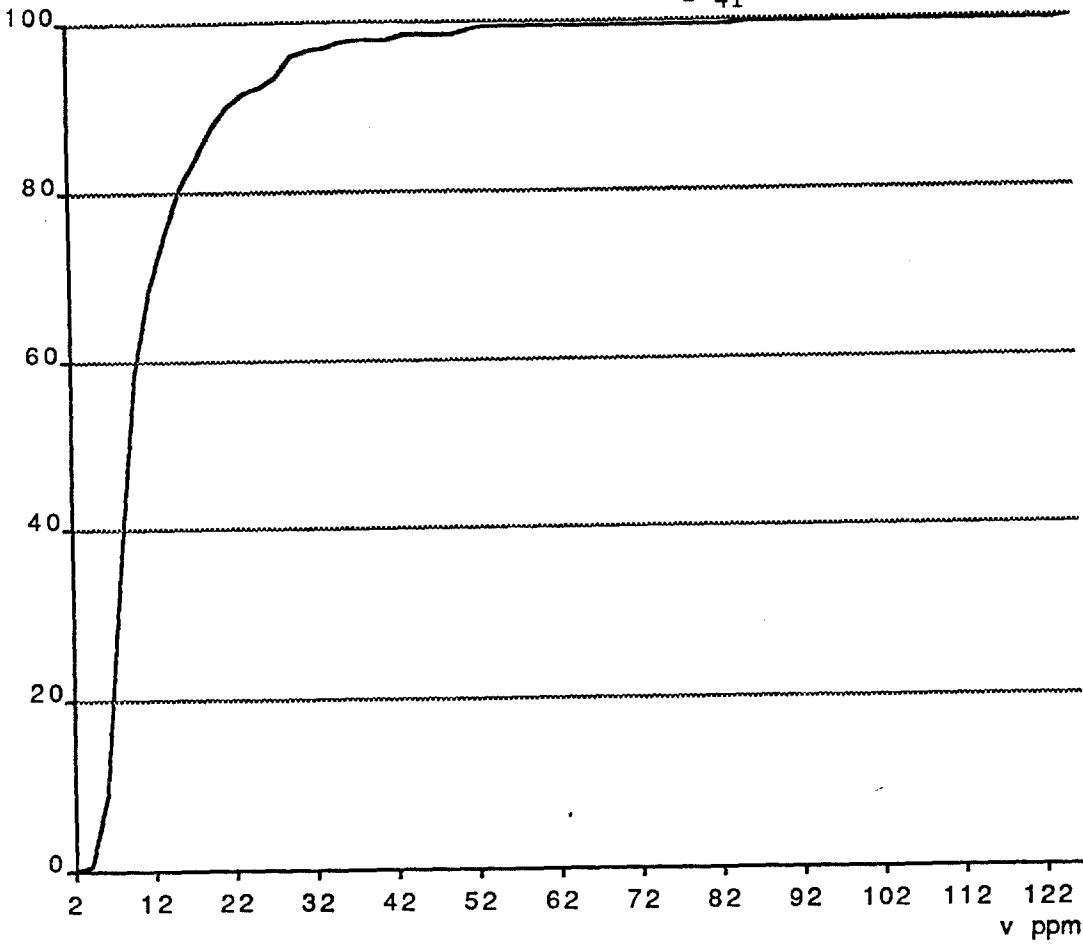


Variable: cs  
Actifs: 236  
Min.: 1.00ppm  
Max.: 7.00ppm  
Nb classes: 6.00  
Moyenne: 2.153ppm  
Écart type: 0.924ppr

I

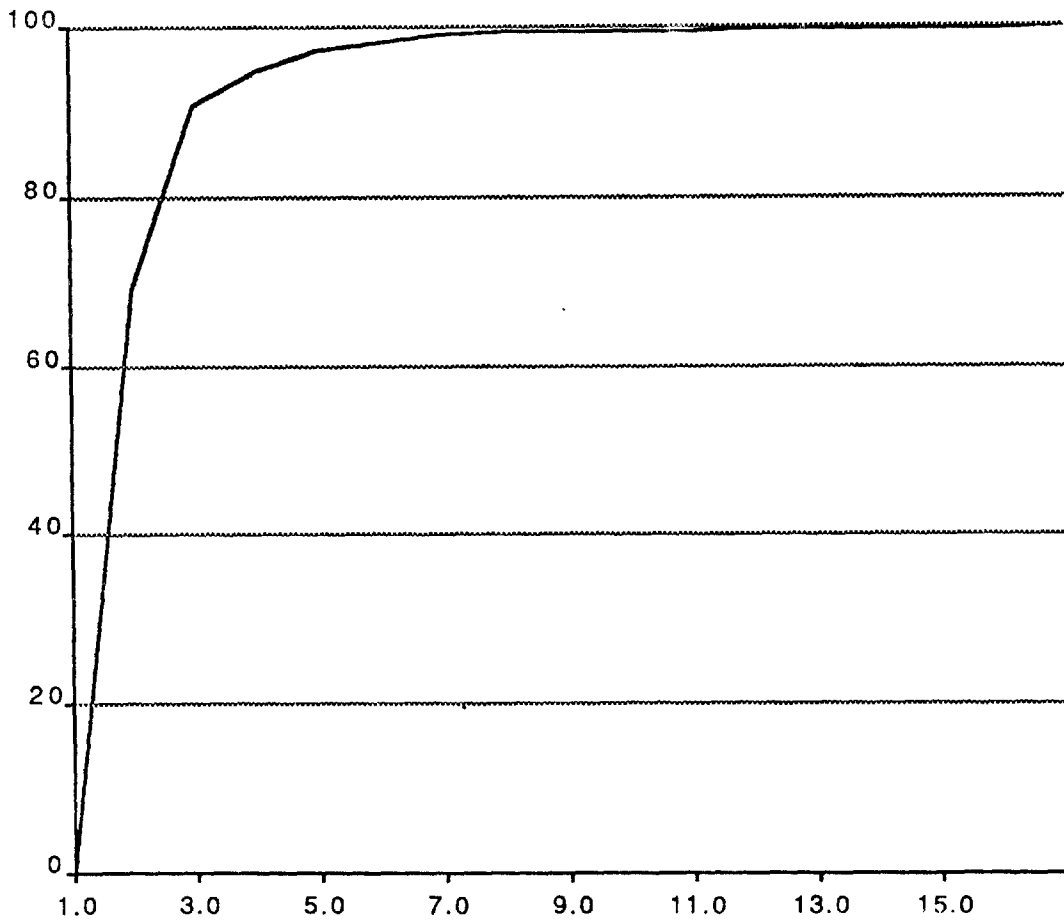


Niveau: Sélection #1  
Variable: u  
Actifs: 284  
Min.: 1.00dpm  
Max.: 16.00dpm  
Nb classes: 15.00  
Moyenne: 2.398dpm  
Écart type: 1.995dpr

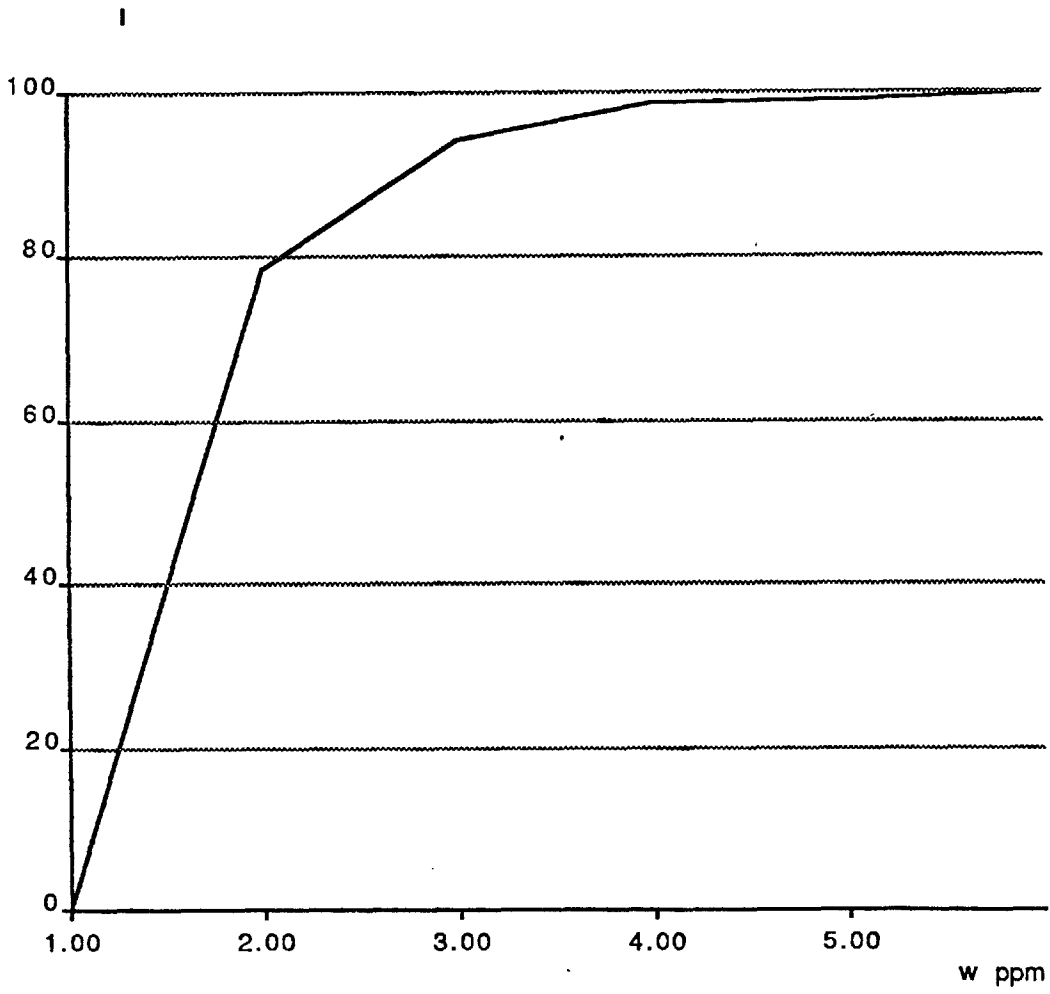


Variable: v  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 126.00ppm  
Nb classes: 62.00  
Moyenne: 11.067ppm  
Écart type: 11.151pp

I

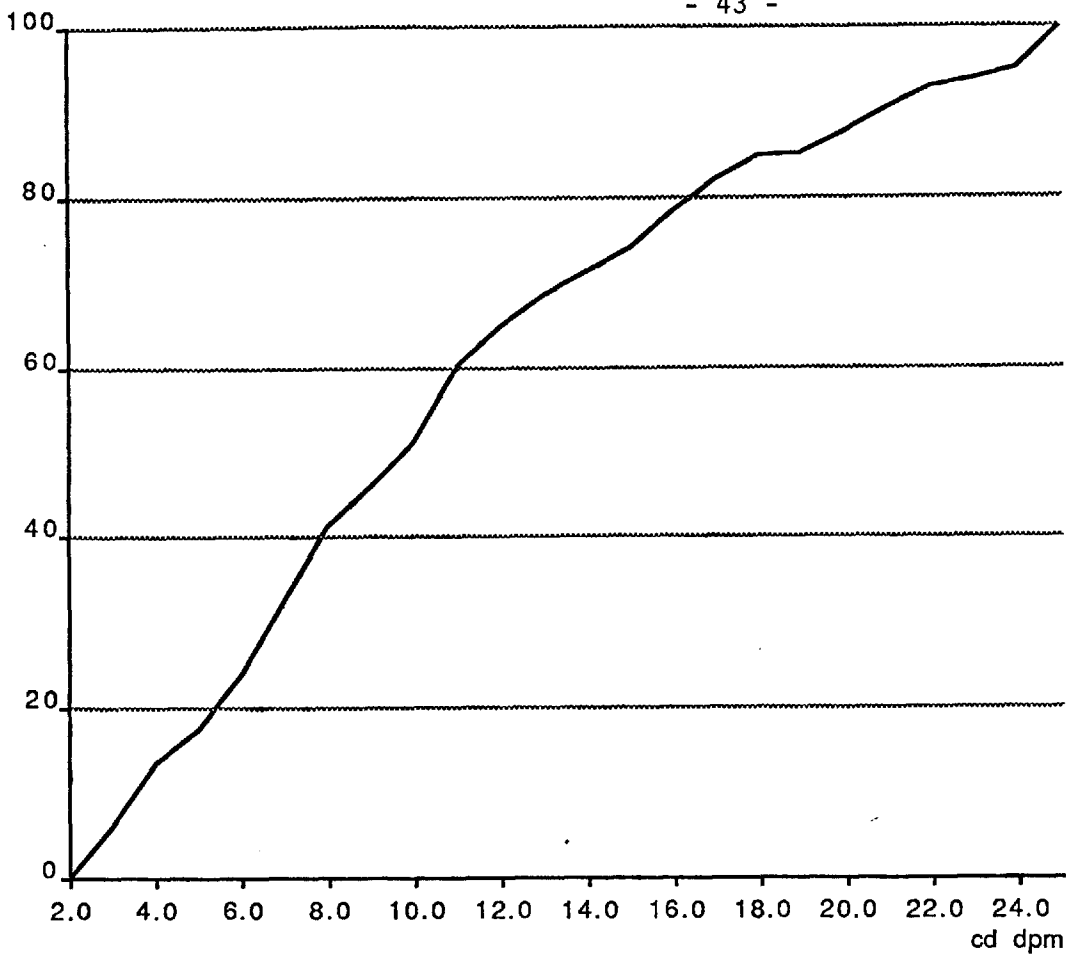


Niveau: Sélection #1  
Variable: y  
Actifs: 283  
Min.: 1.00ppm  
Max.: 17.00ppm  
Nb classes: 16.00  
Moyenne: 1.558ppm  
Écart type: 1.421ppr



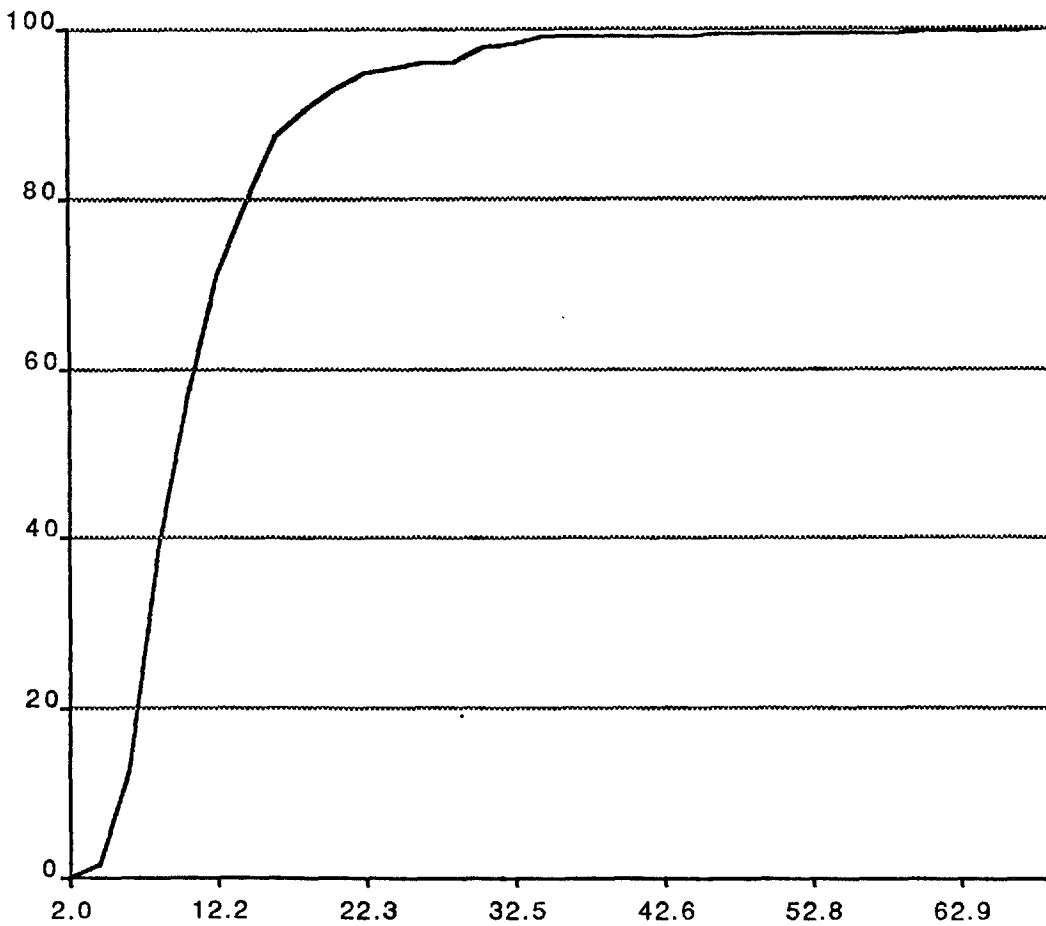
Niveau: Sélection #1  
Variable: w  
Actifs: 248  
Min.: 1.00ppm  
Max.: 6.00ppm  
Nb classes: 5.00  
Moyenne: 1.294ppm  
Écart type: 0.672ppm

Actifs: 283  
Min.: 2.00dpm  
Max.: 25.00dpm  
Nb classes: 23.00  
Moyenne: 14.629dpm  
Écart type: 12.900dp  
variable Cd



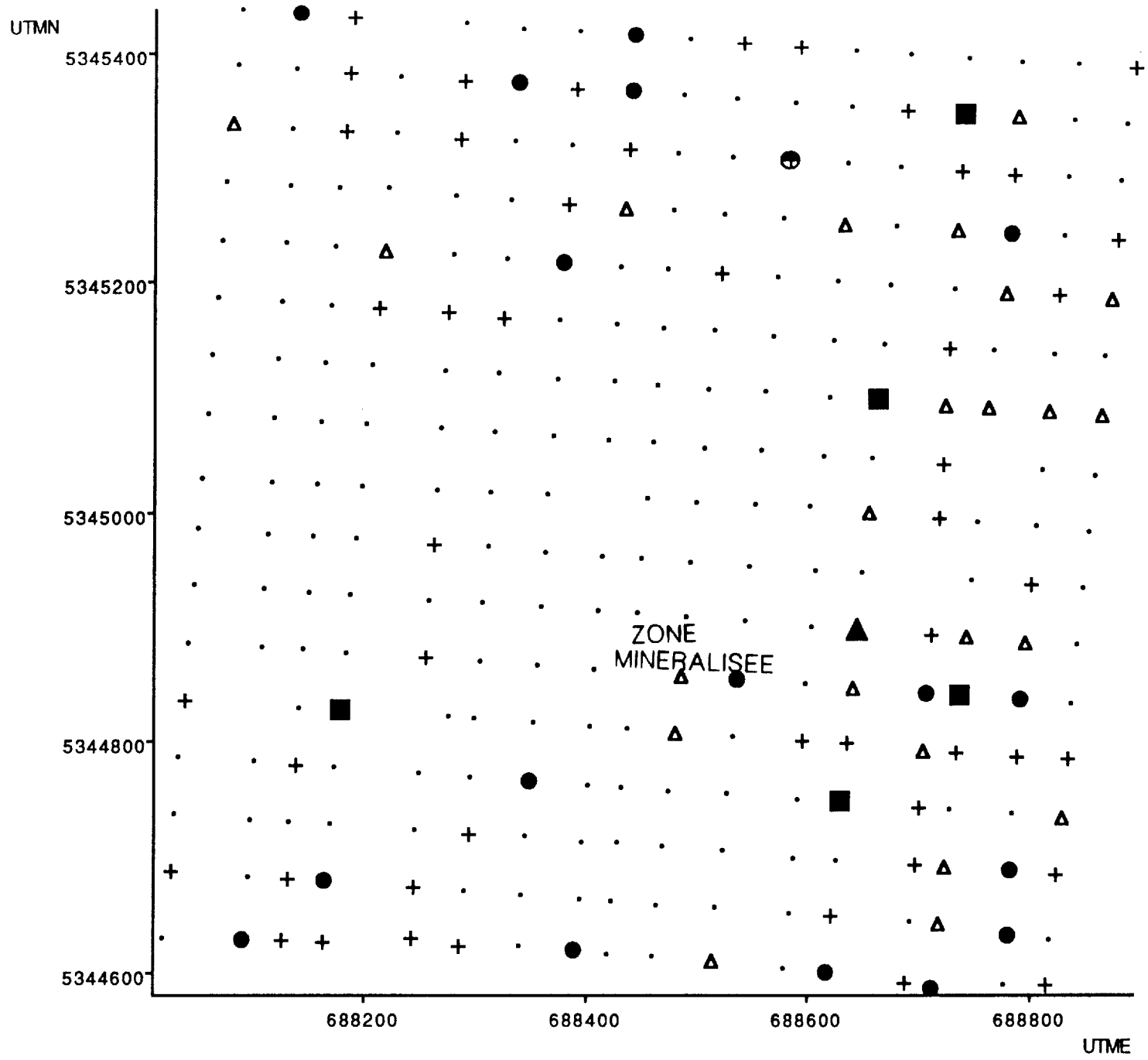
I

Niveau: Sélection #1  
Variable: ce  
Actifs: 283  
Min.: 2.00ppm  
Max.: 69.00ppm  
Nb classes: 33.00  
Moyenne: 10.583ppm  
Écart type: 7.300ppr





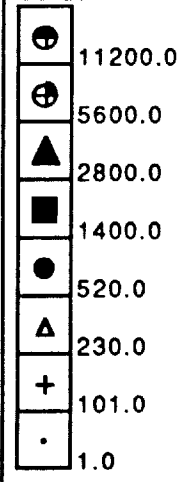
ANNEXE 3  
CARTES GÉOCHIMIQUES



**BACILLUS CEREUS**  
(N. DE COLONIES)

Échelle 1:5000

**CEREUS**



UTMN

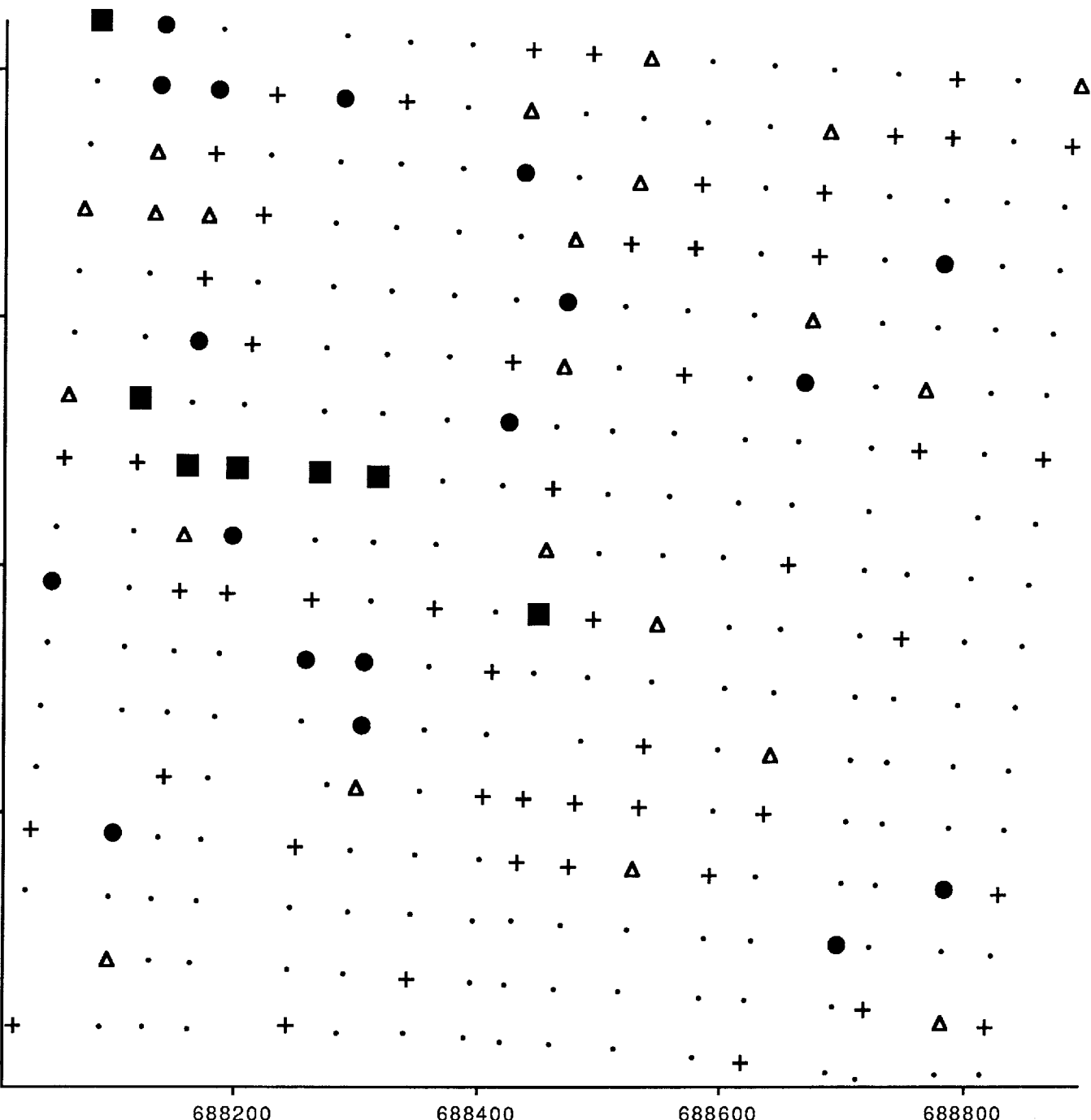
5345400

5345200

5345000

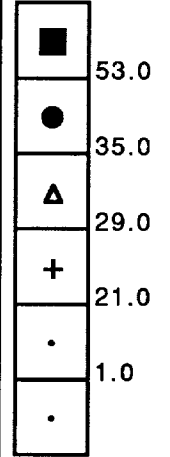
5344800

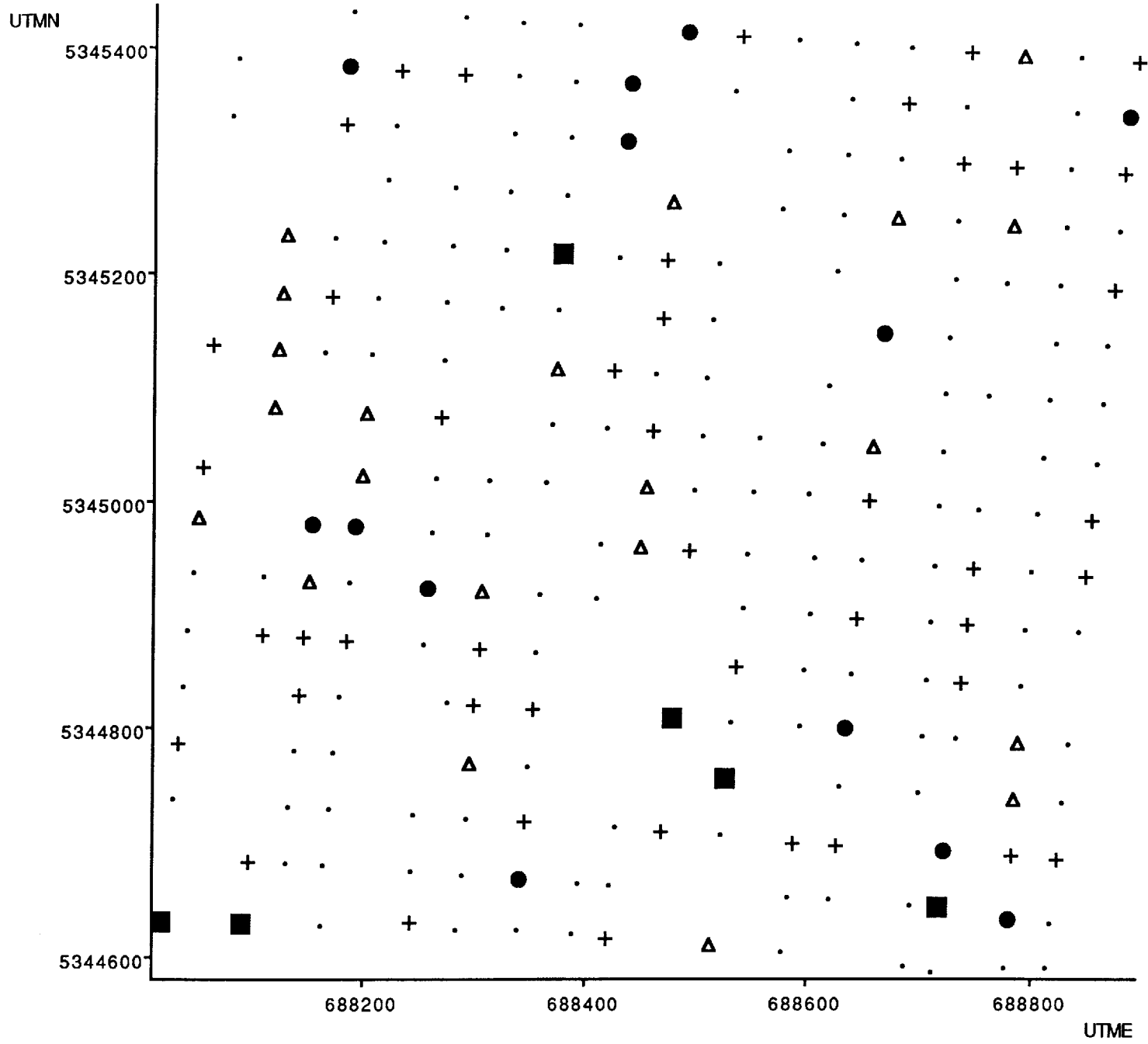
5344600



Date: Mar 04 avri  
 Niveau: Sélection #1  
 Actifs: 284  
 Échelle 1:5000

SR

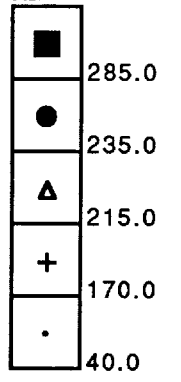


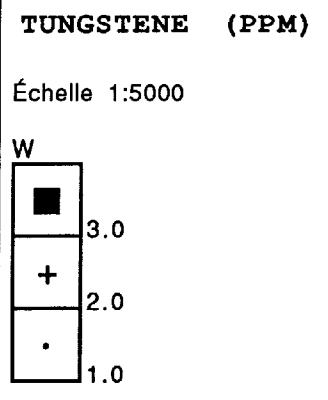
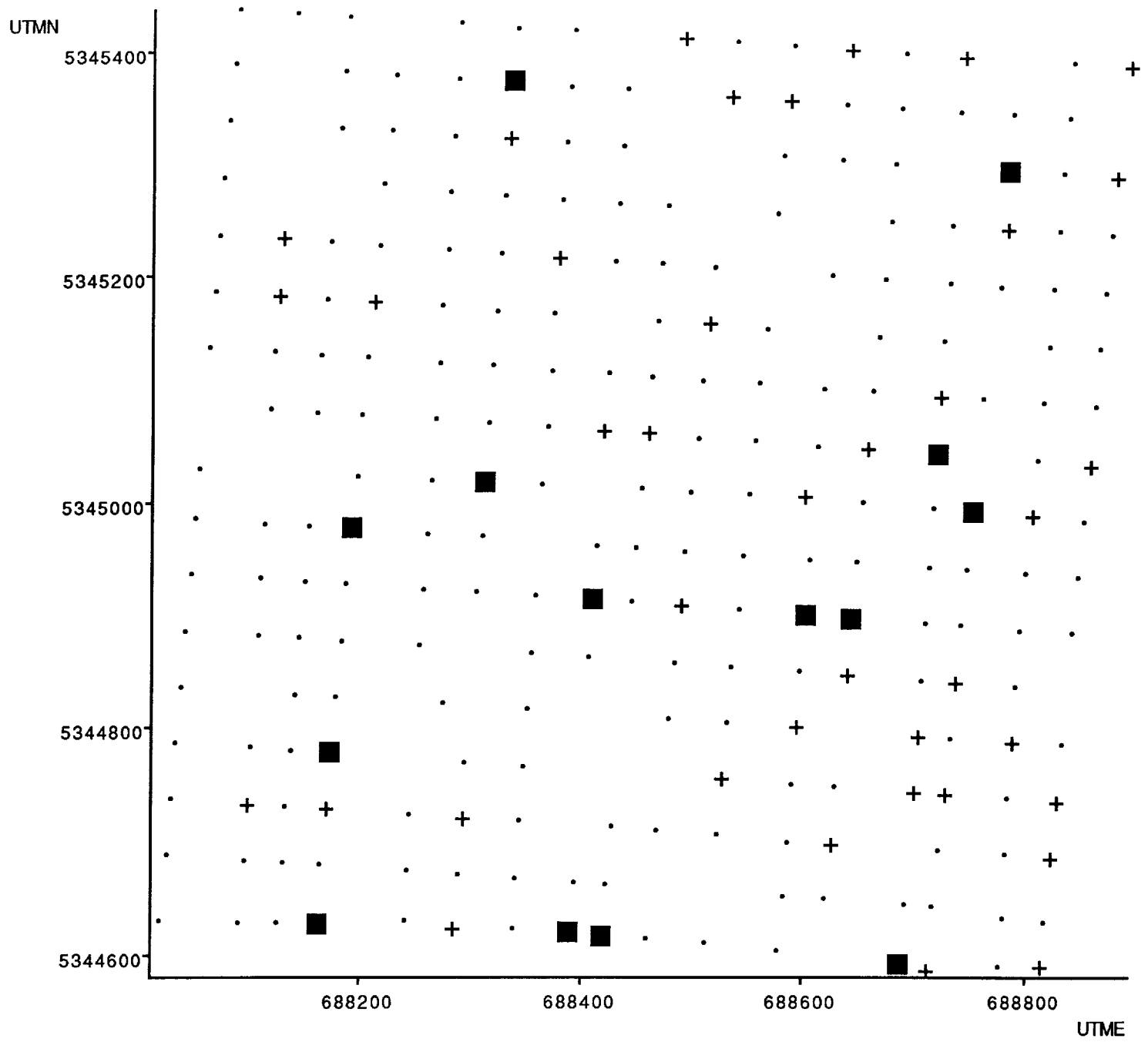


**MERCURE (PPB)**

Échelle 1:5000

HG





UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

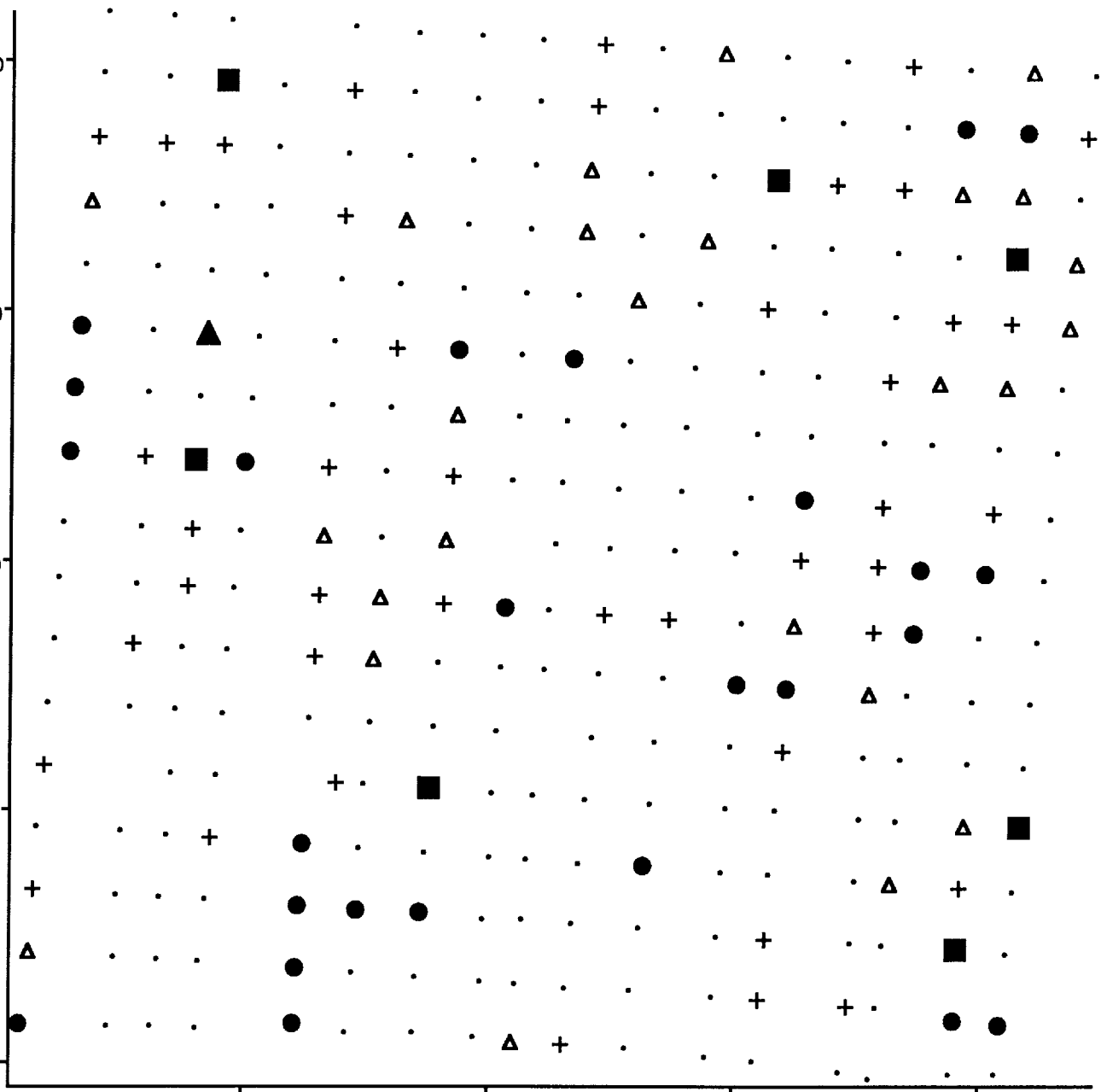
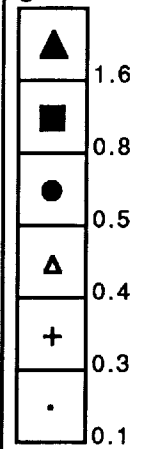
688800

UTME

URANIUM (PPM)

Échelle 1:5000

U



UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

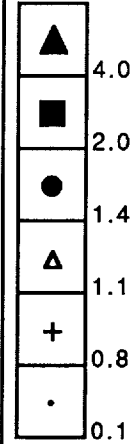
688800

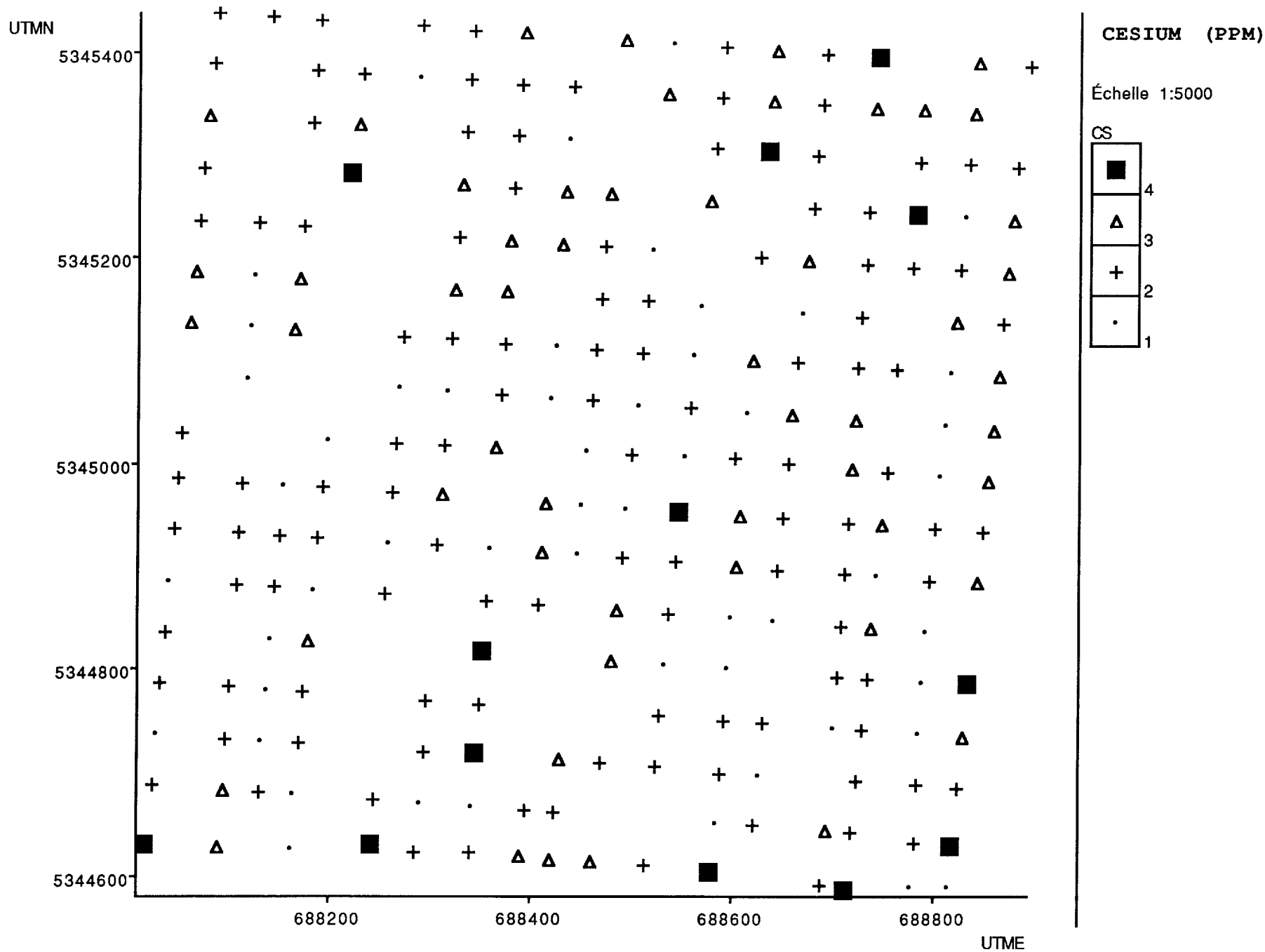
UTME

ANTIMOINE (PPM)

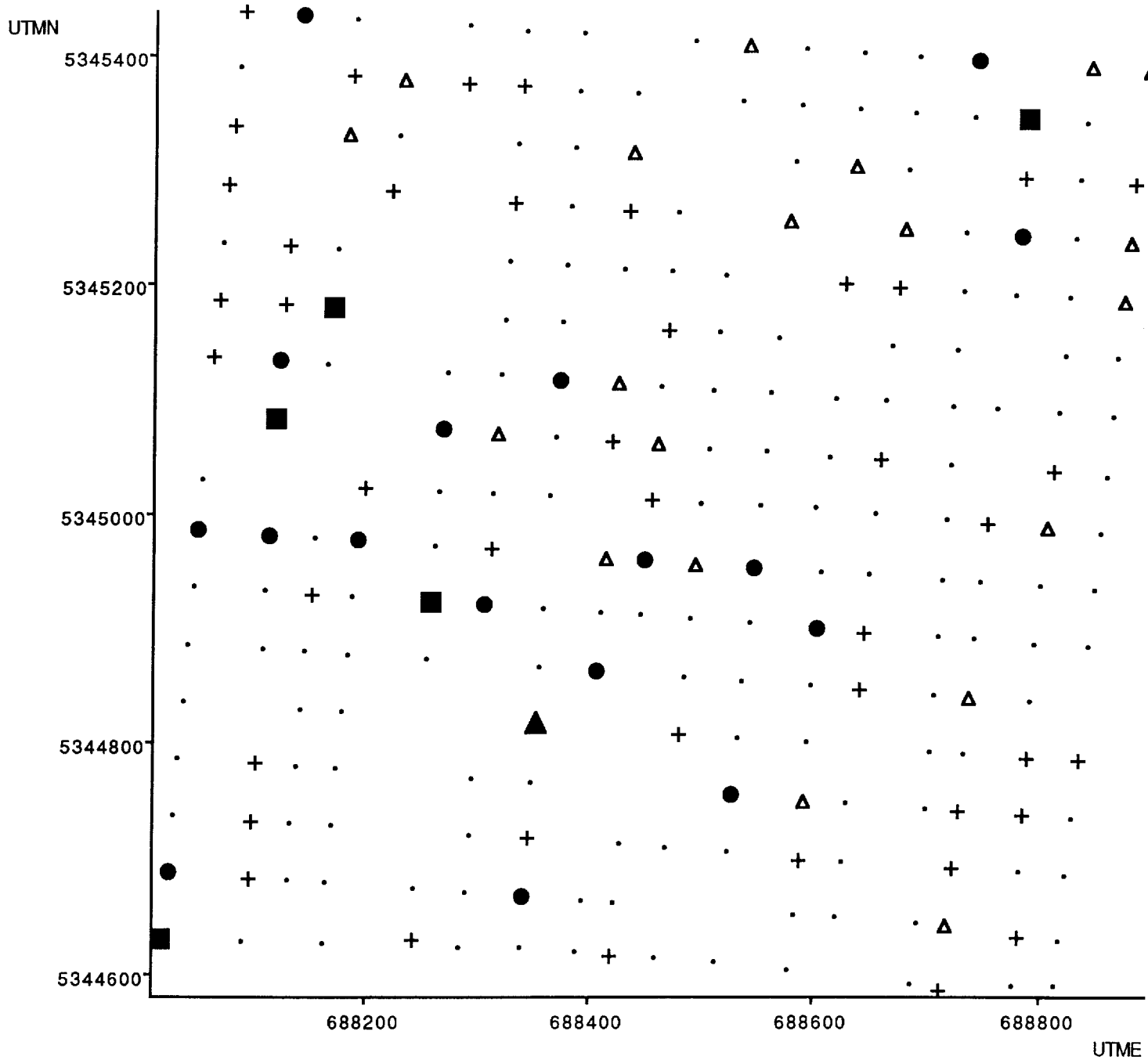
Échelle 1:5000

SB





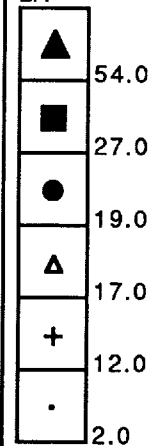


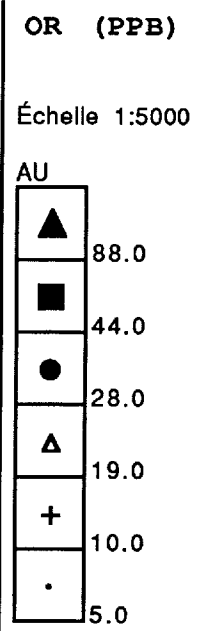
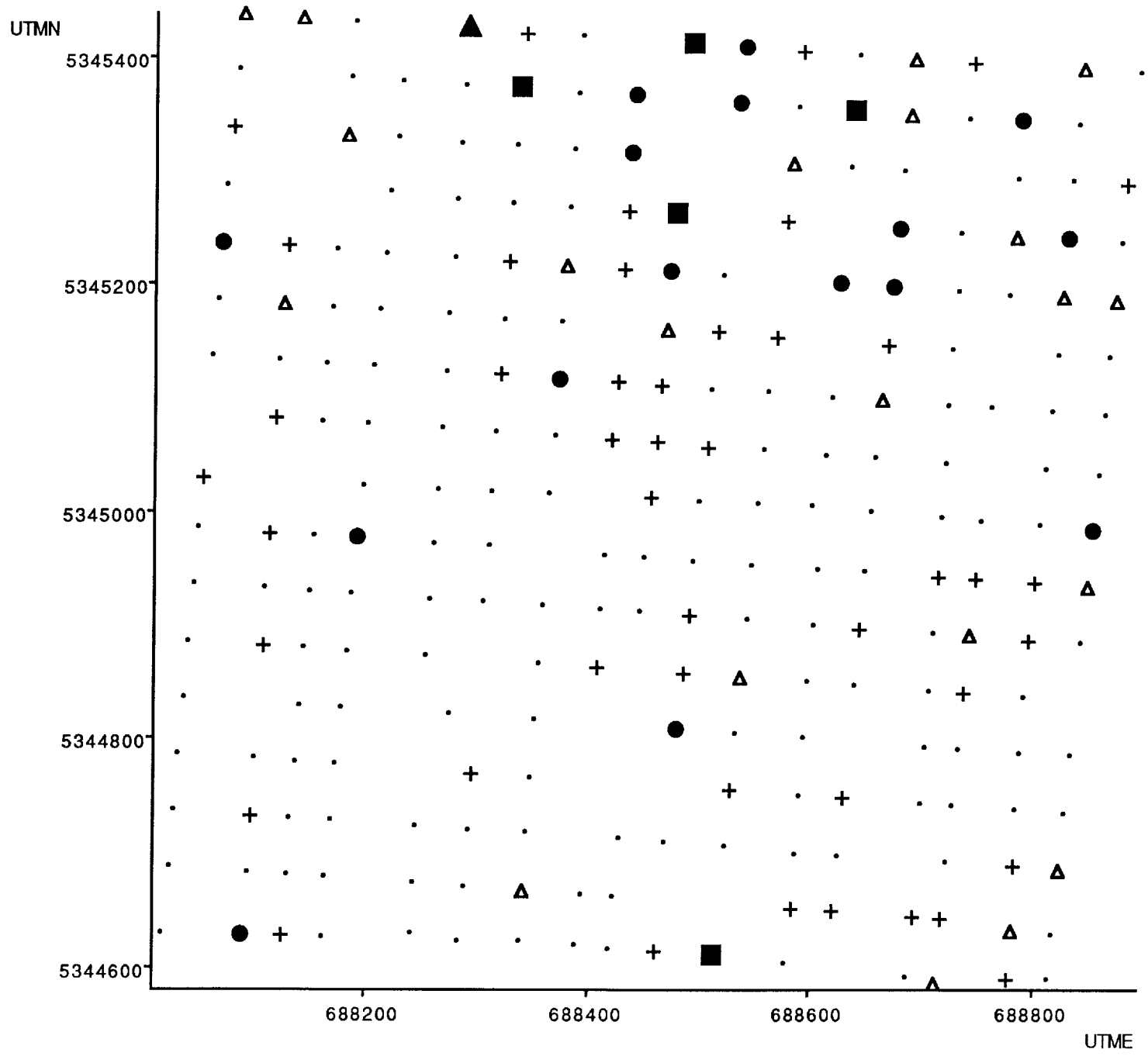


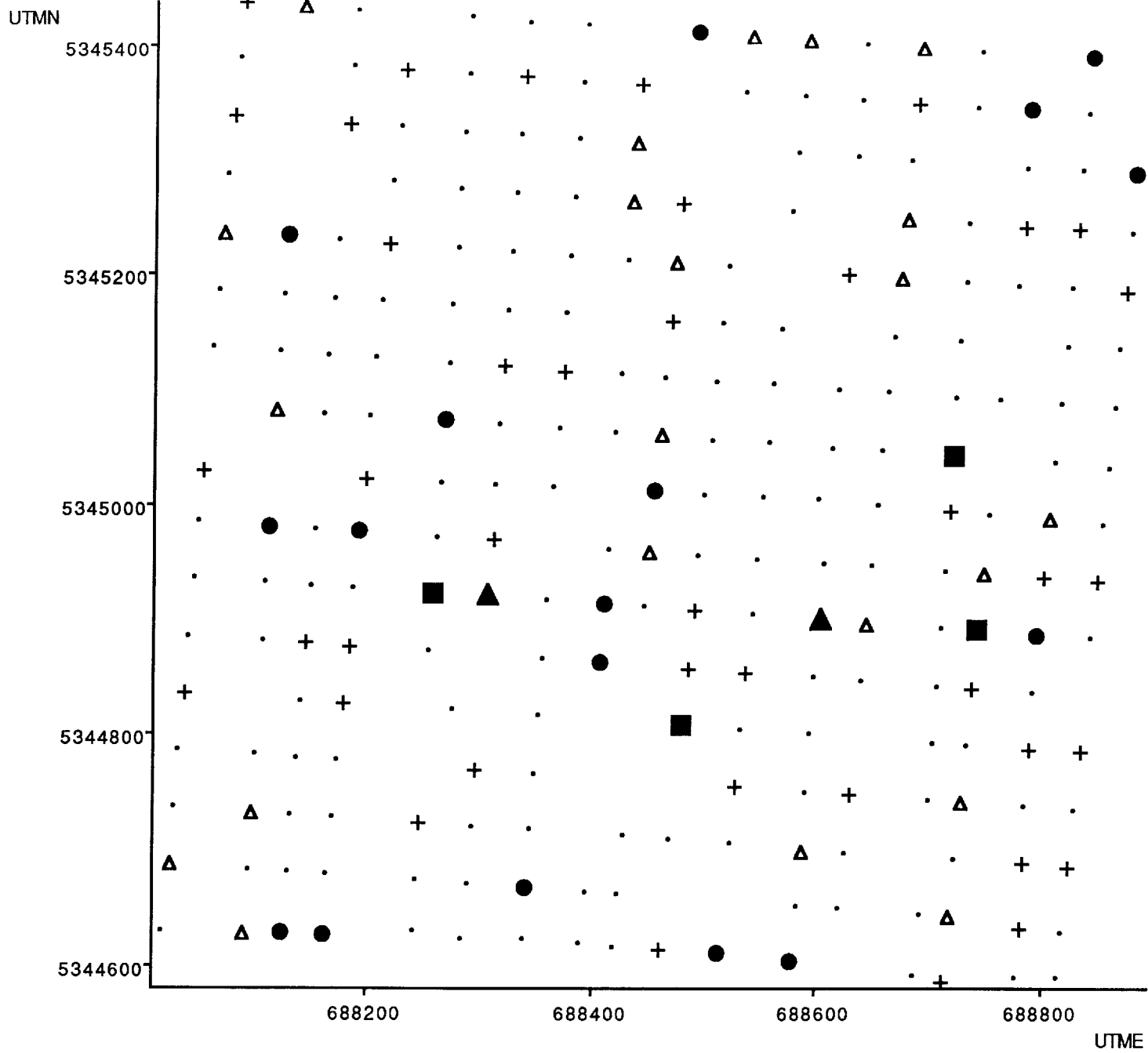
BROME (PPM)

Échelle 1:5000

BR







UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

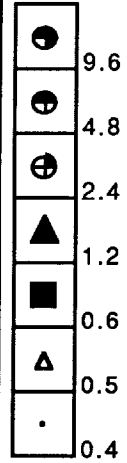
688600

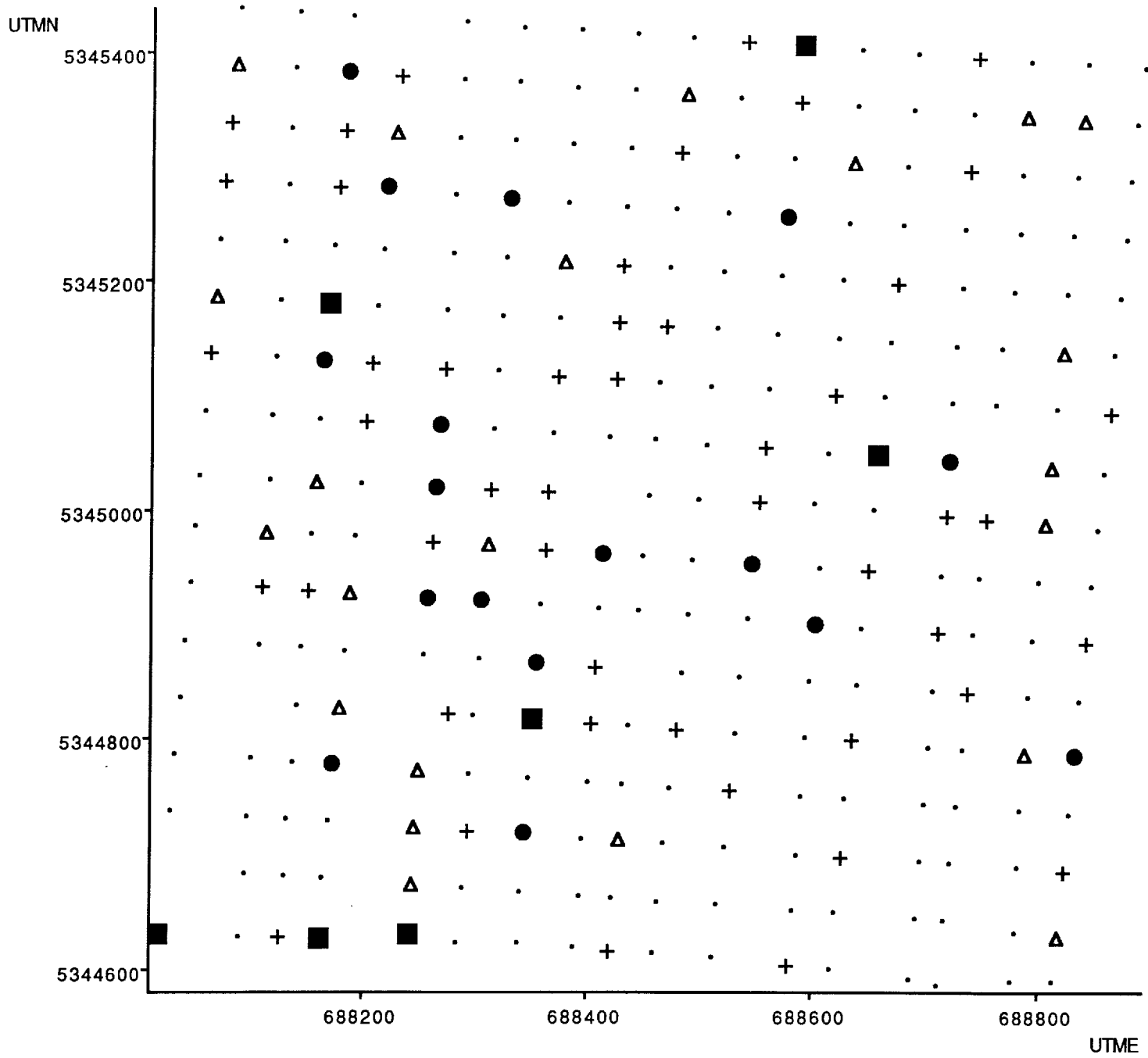
688800

UTME

ARGENT (PPM)

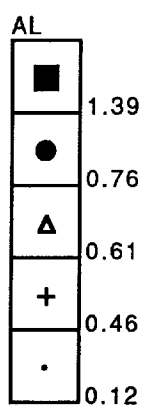
AG

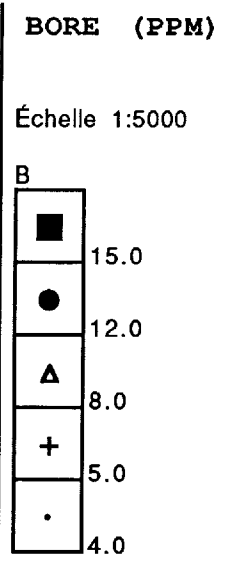
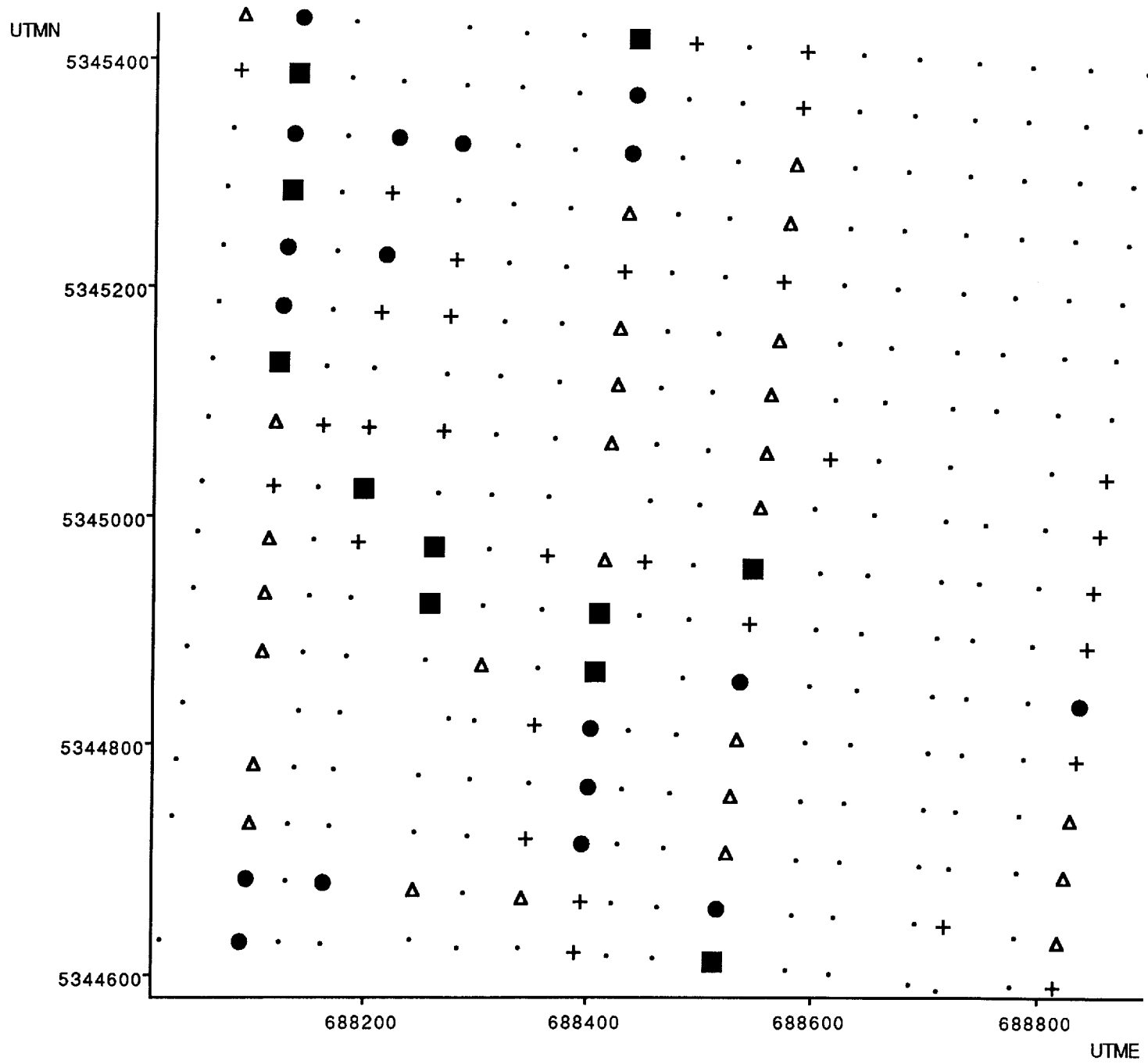




ALUMINIUM (%)

Échelle 1:5000





UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

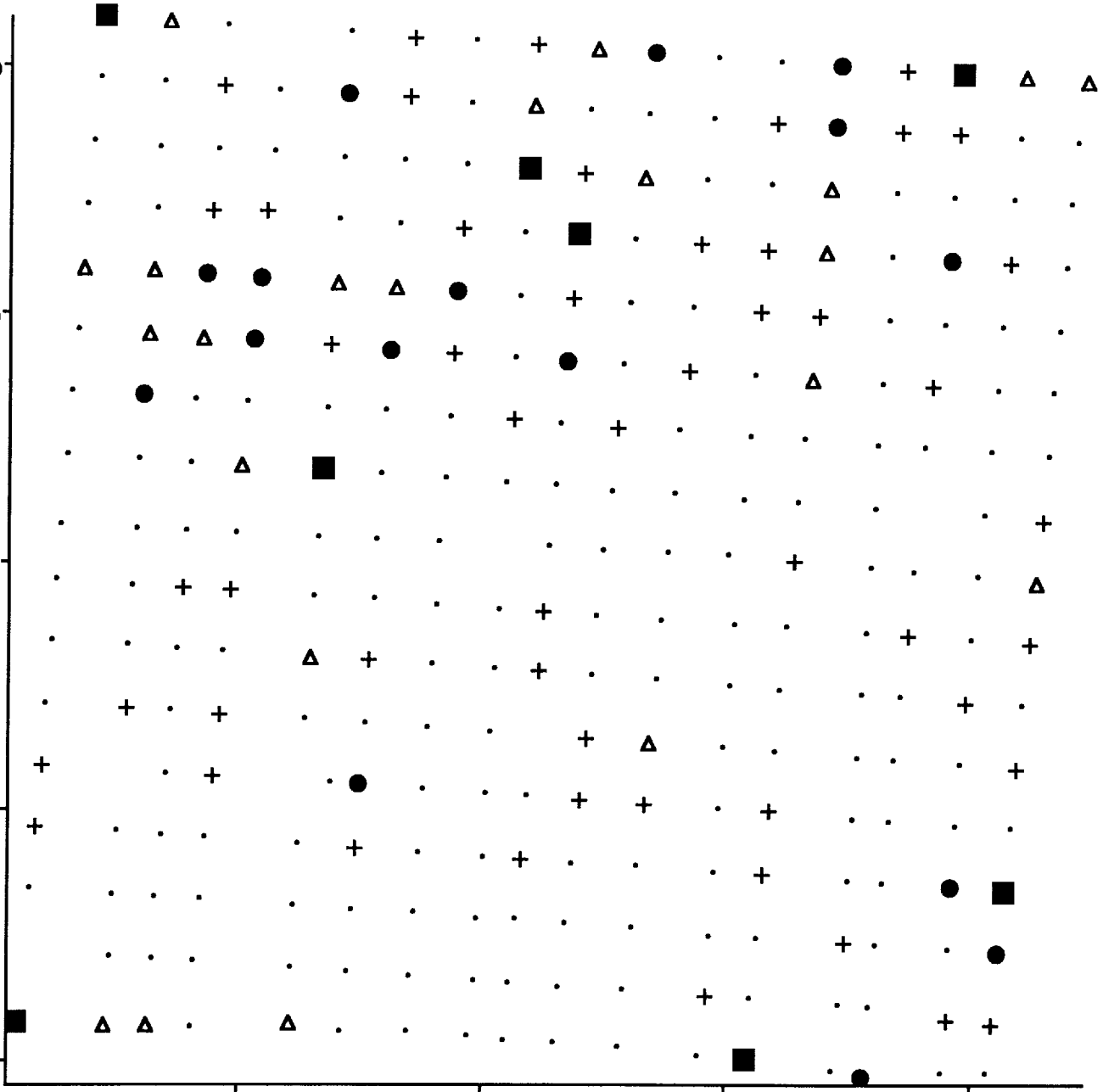
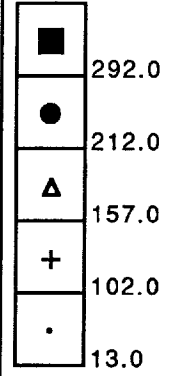
688800

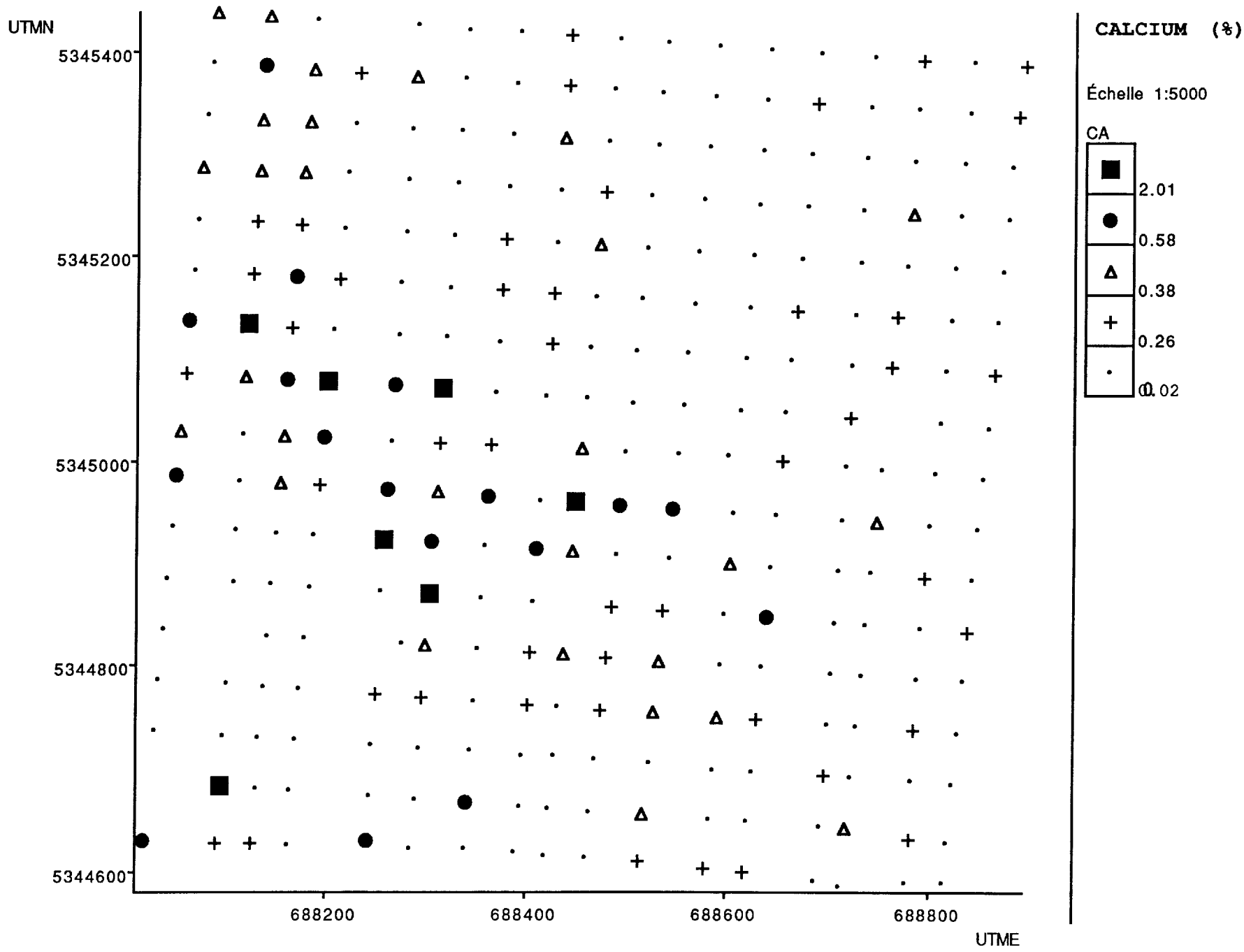
UTME

BARIUM (PPM)

Échelle 1:5000

BA







UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

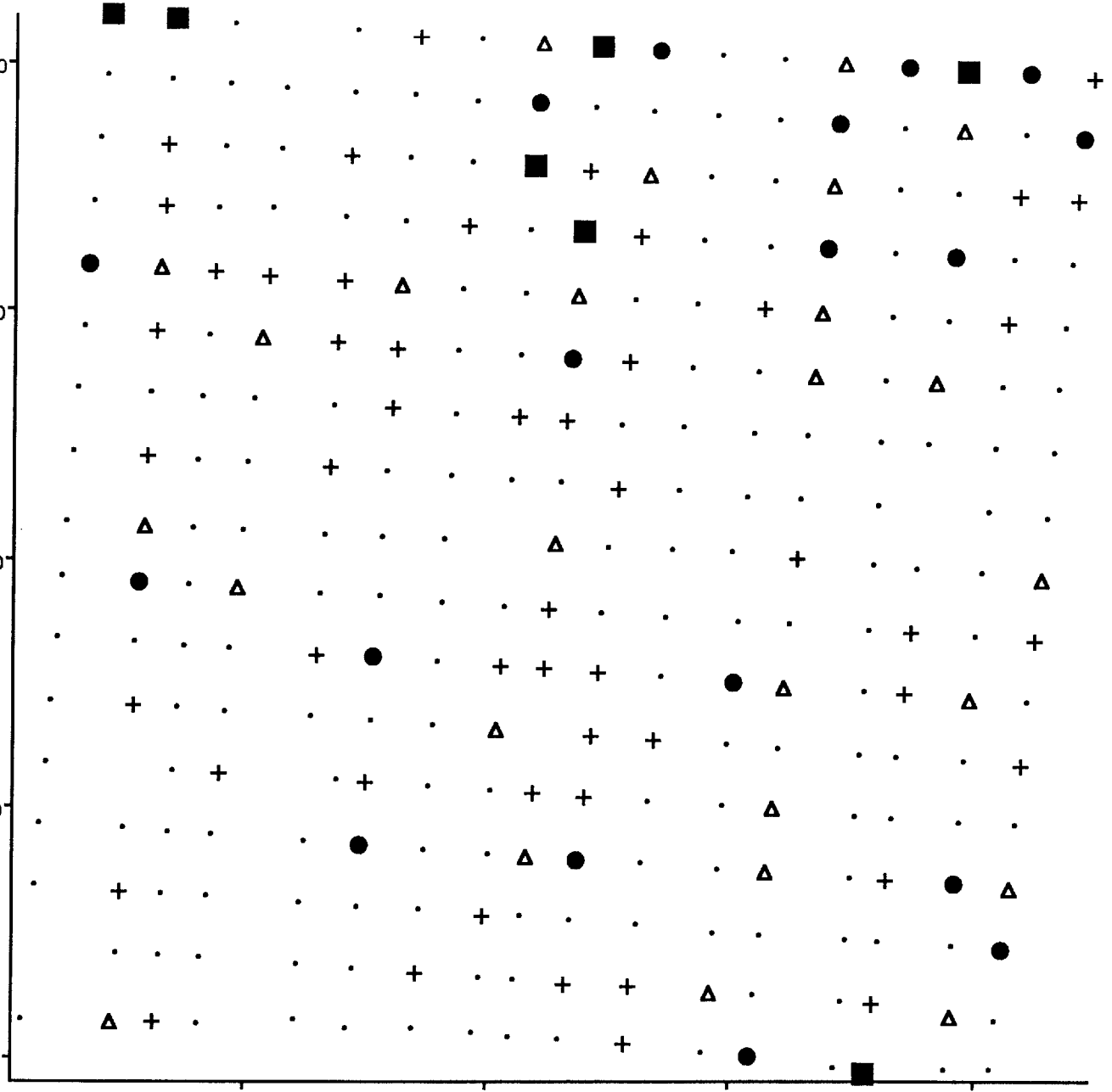
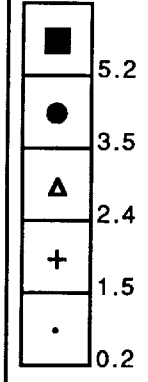
688800

UTME

CADMIUM (PPM)

Échelle 1:5000

CD



UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

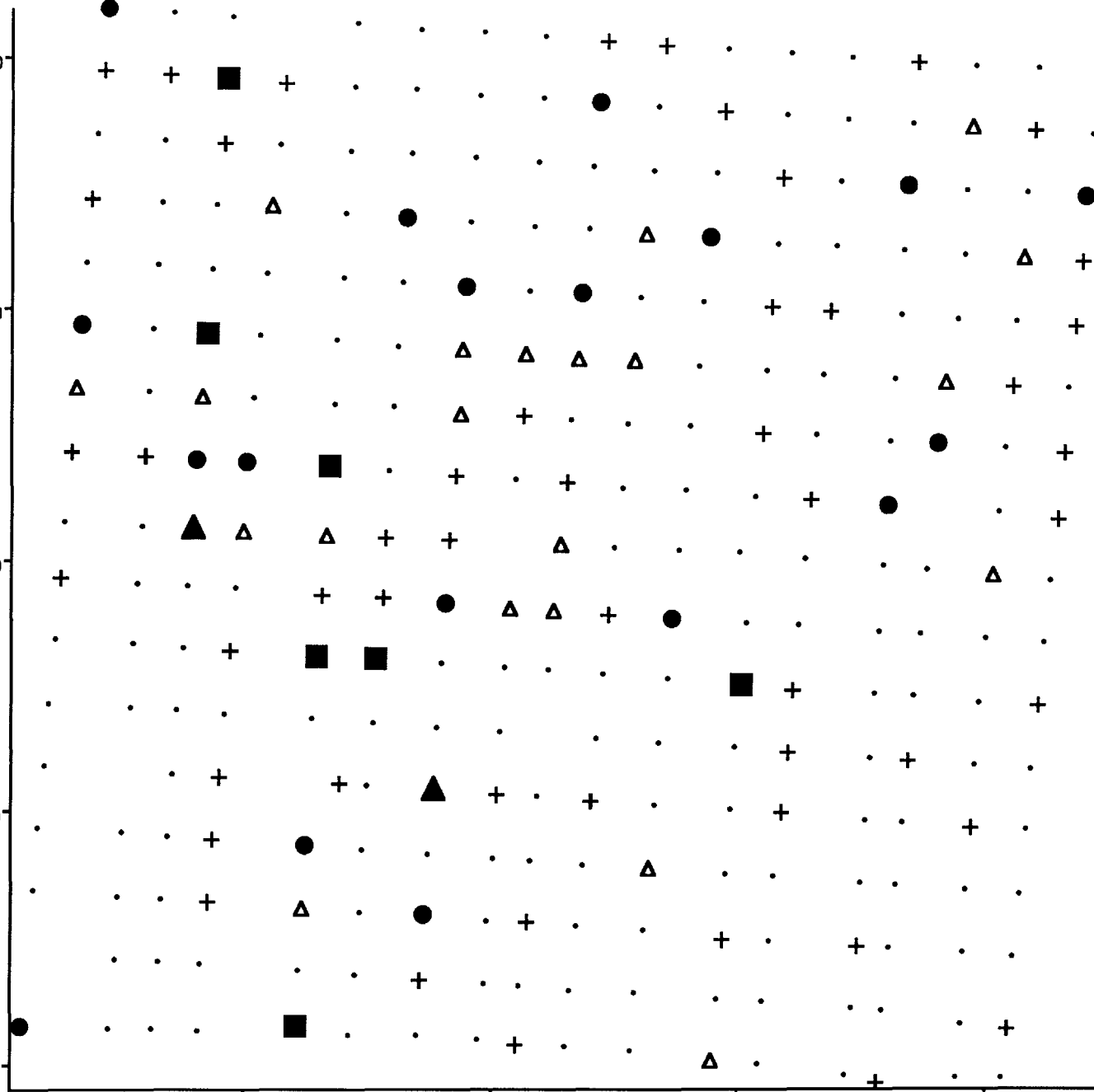
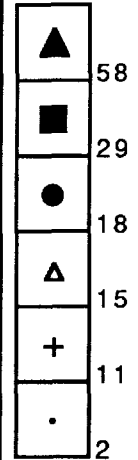
688800

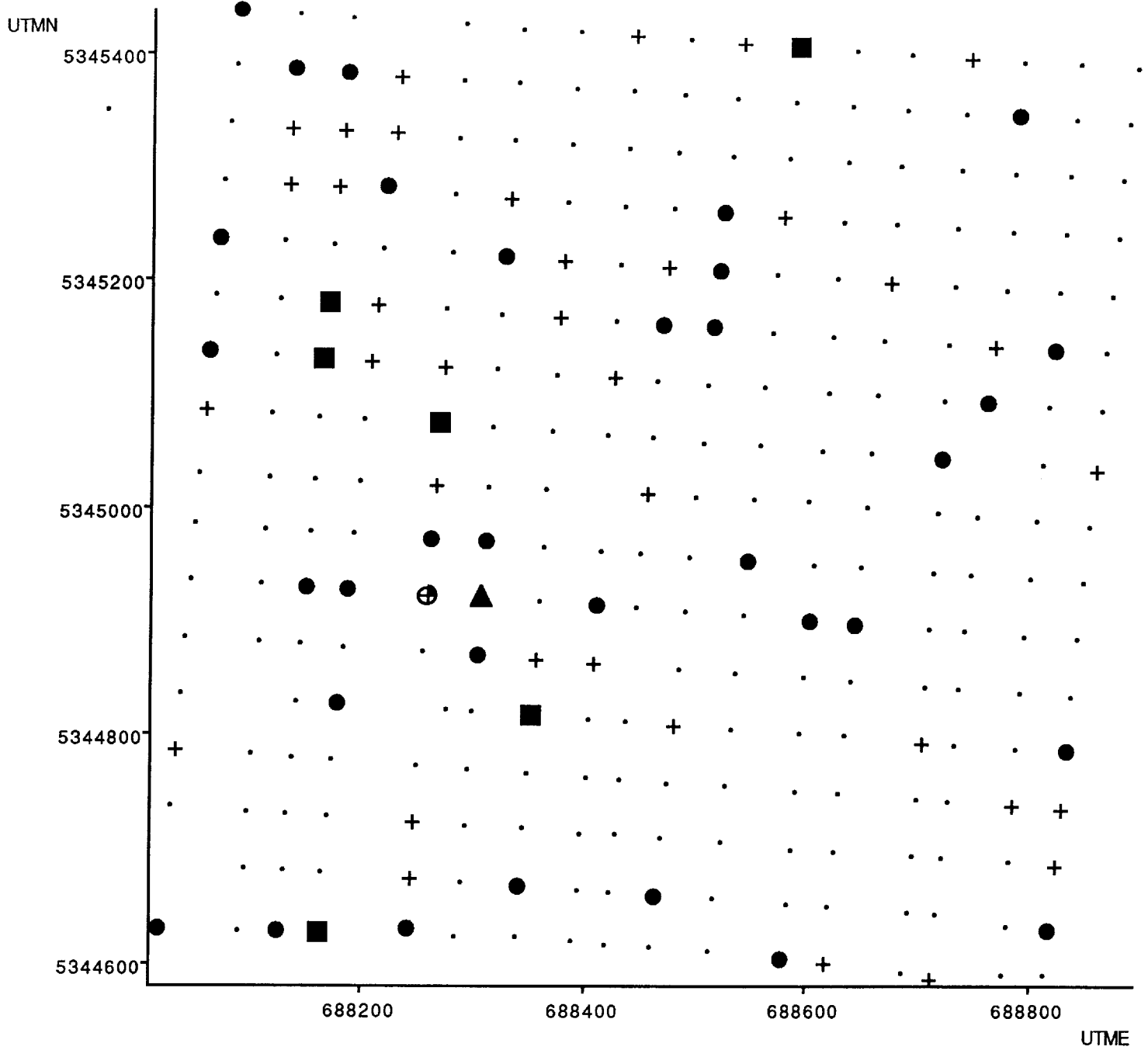
UTME

CERIUM (PPM)

Échelle 1:5000

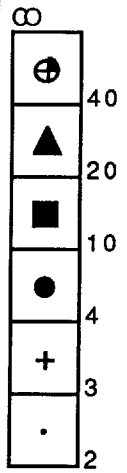
CE





COBALT (PPM)

Échelle 1:5000



UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

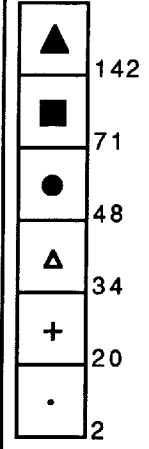
688800

UTME

CHROME (PPM)

Échelle 1:5000

CR



UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

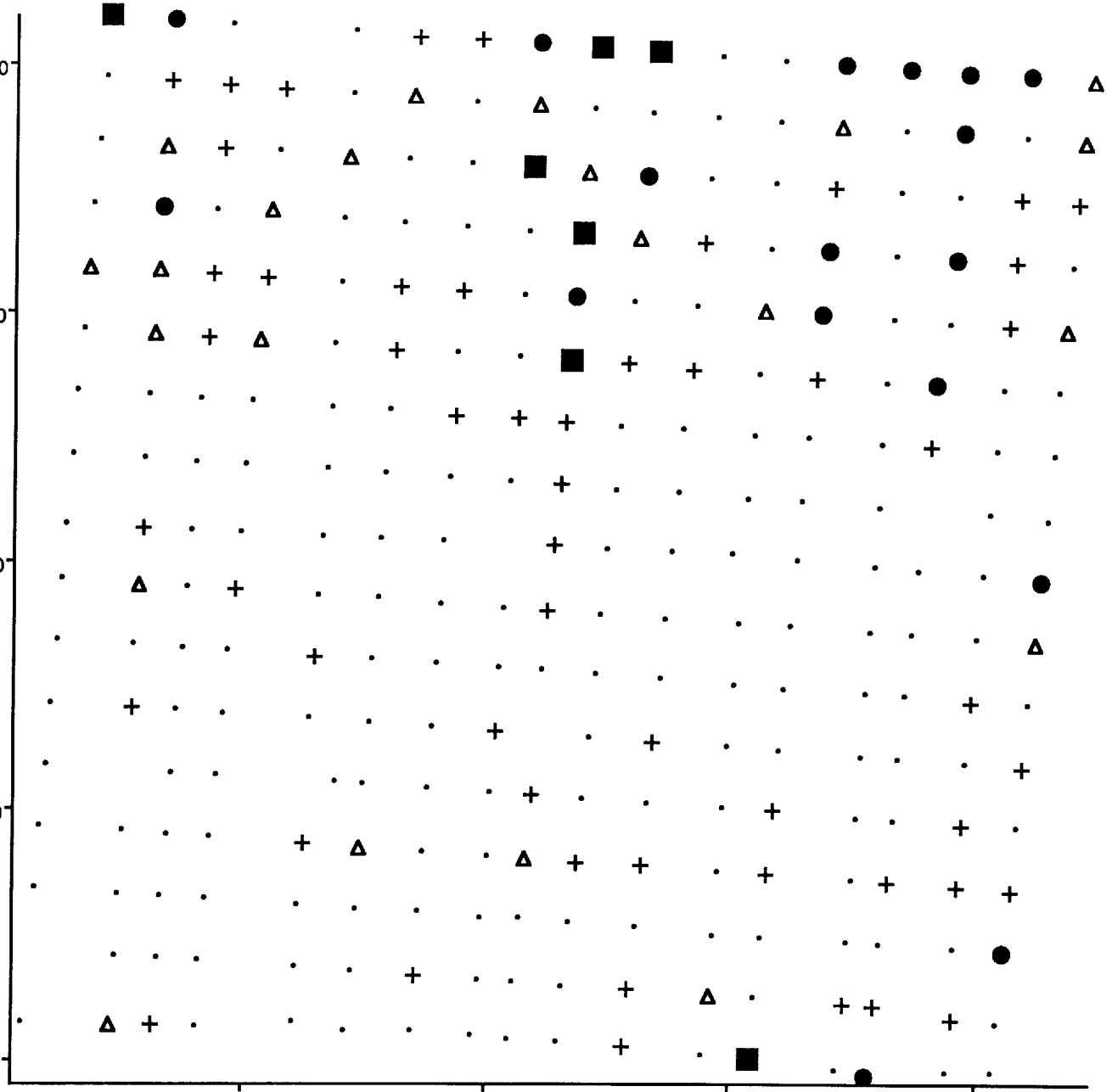
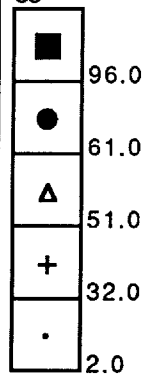
688800

UTME

CUIVRE (PPM)

Échelle 1:5000

CU

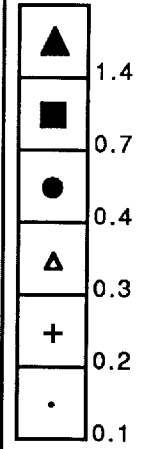


UTMN

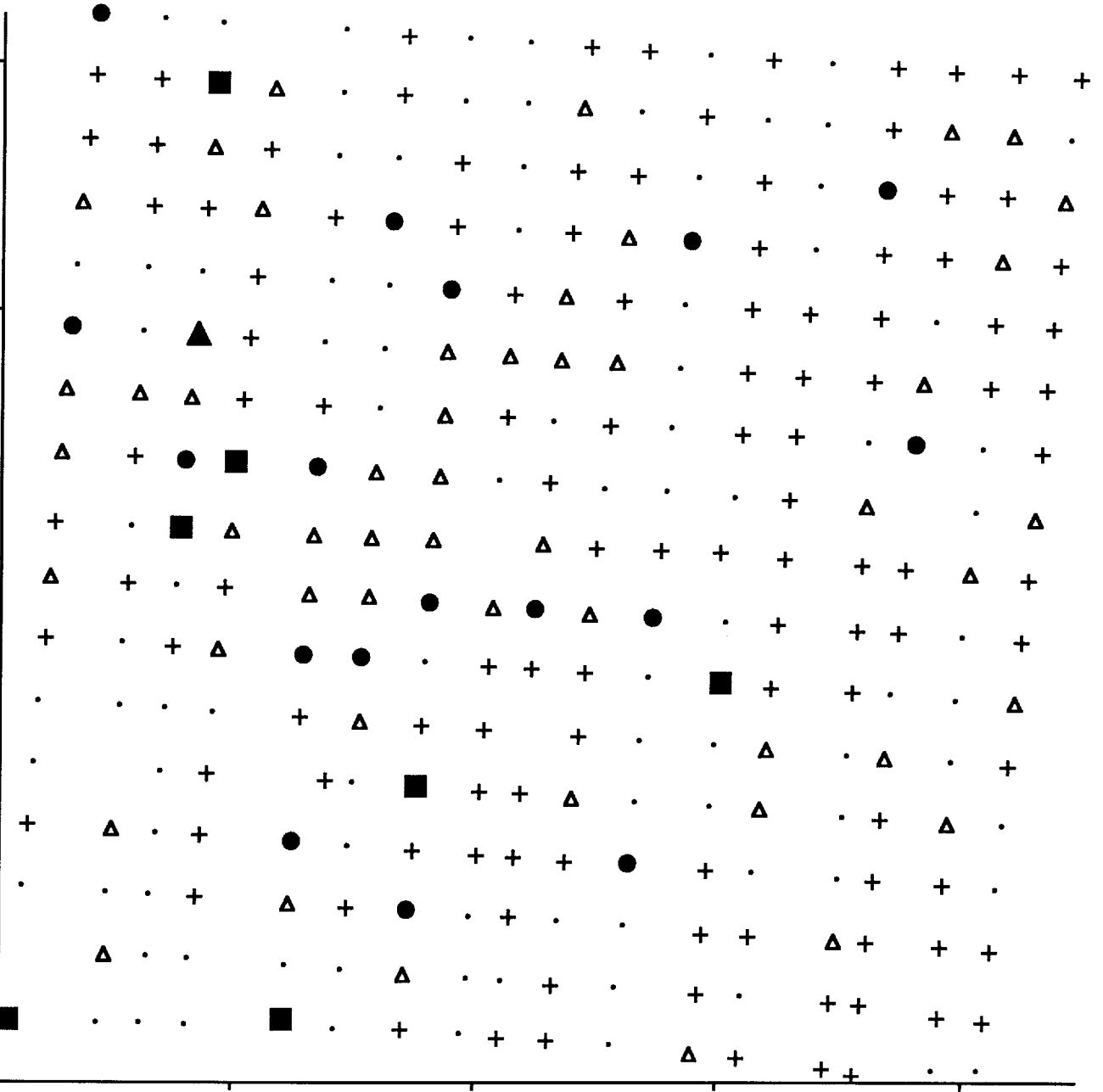
EUROPIUM (PPM)

Échelle 1:5000

EU

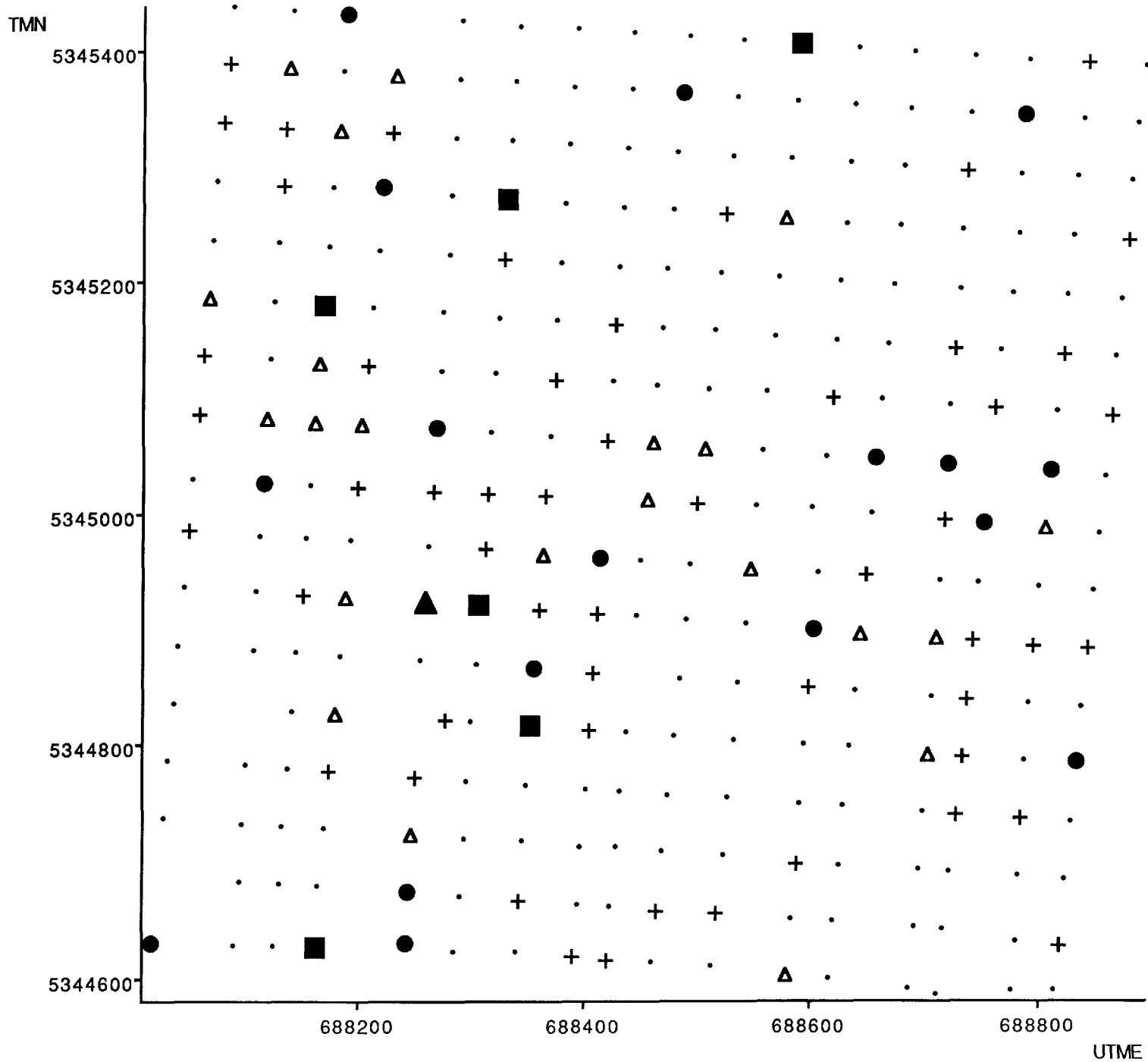


5345400  
 5345200  
 5345000  
 5344800  
 5344600



688200                      688400                      688600                      688800

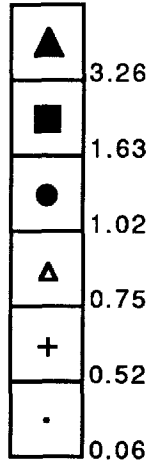
UTME

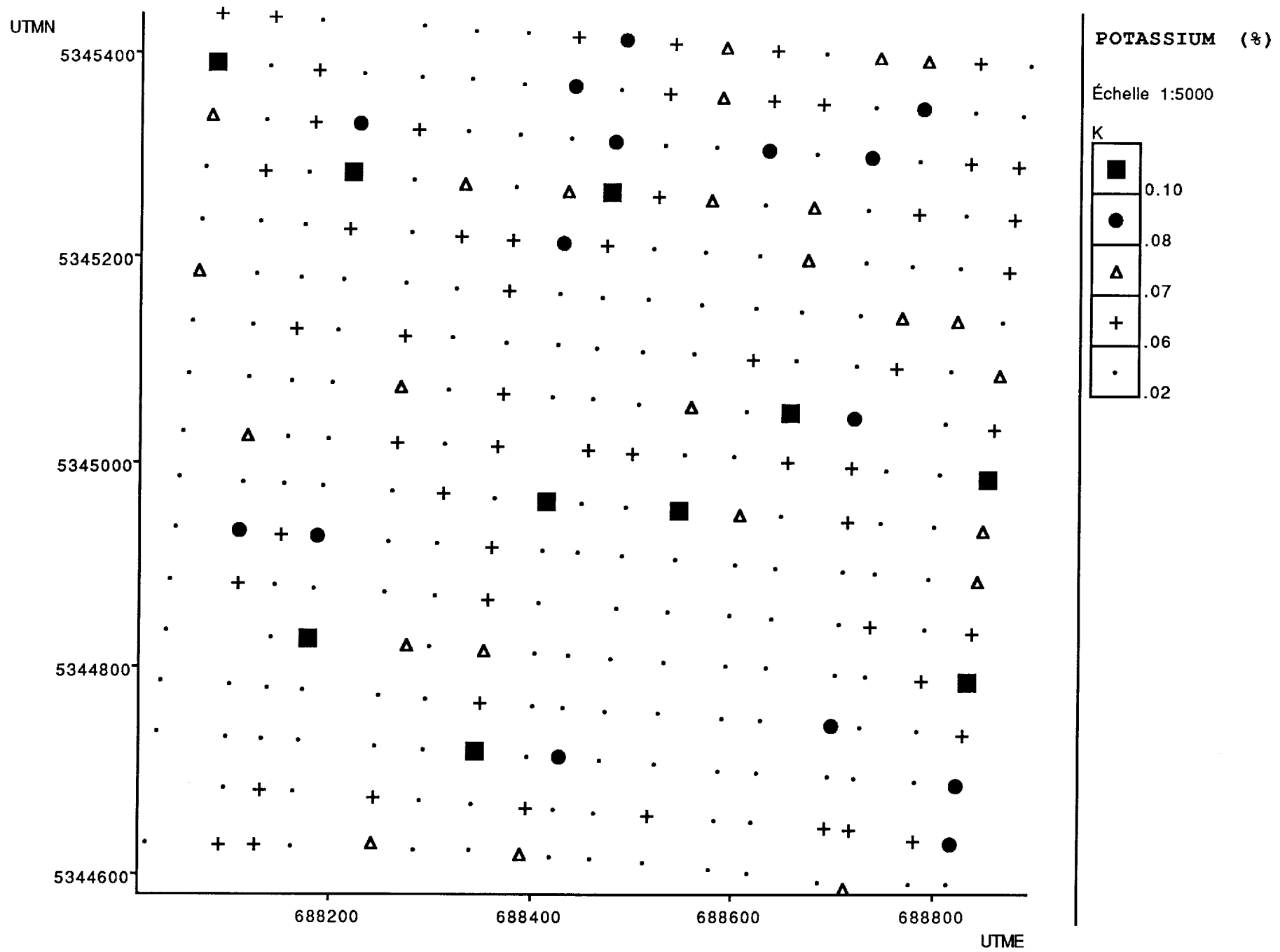


FER (%)

Échelle 1:5000

FE





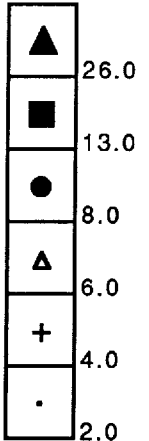


UTMN

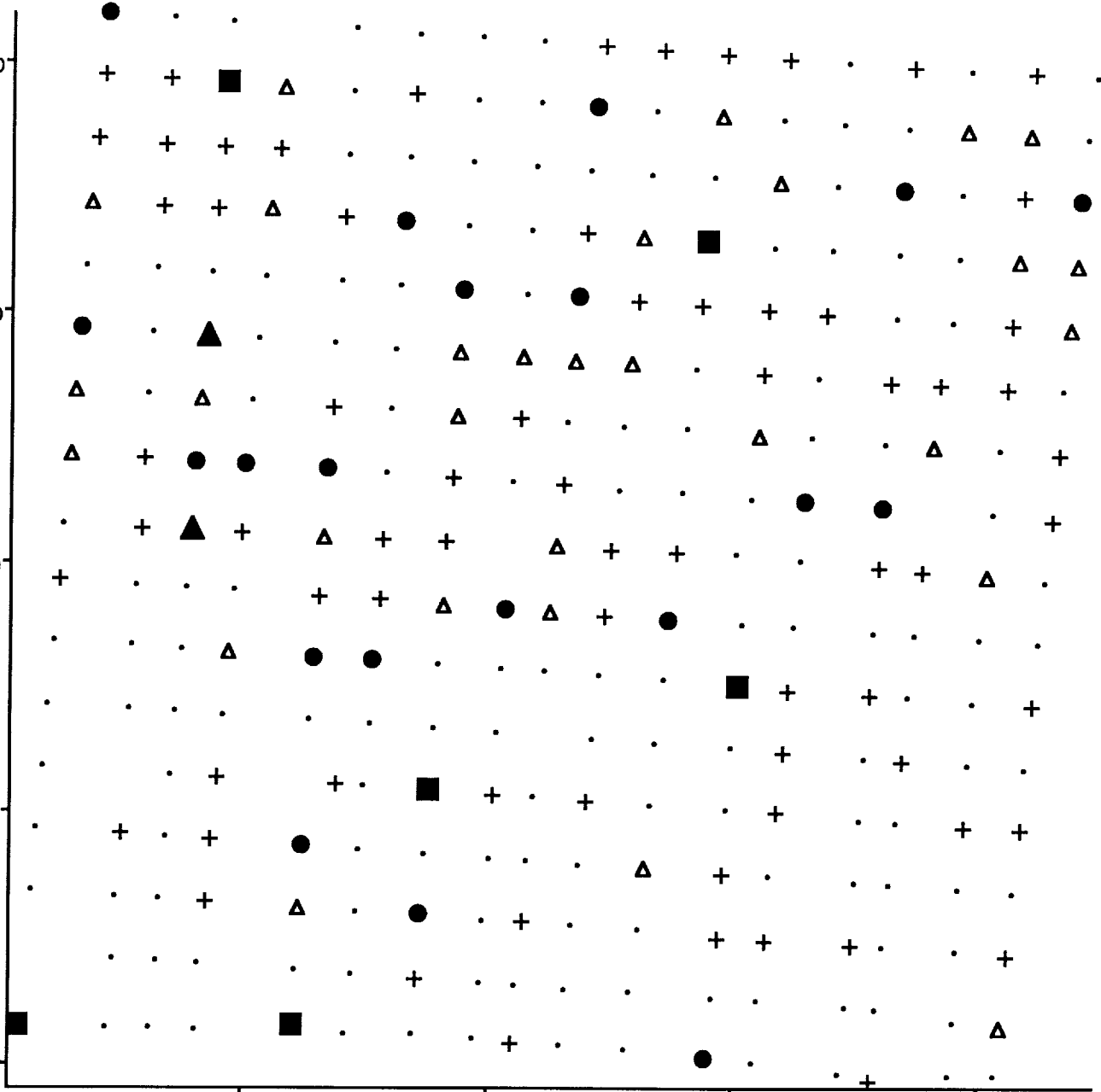
LANTHANE (PPM)

Échelle 1:5000

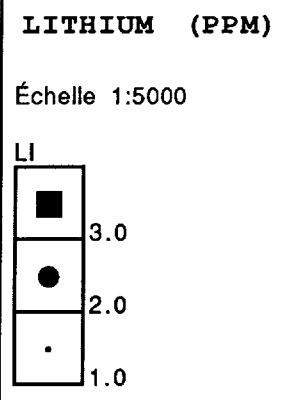
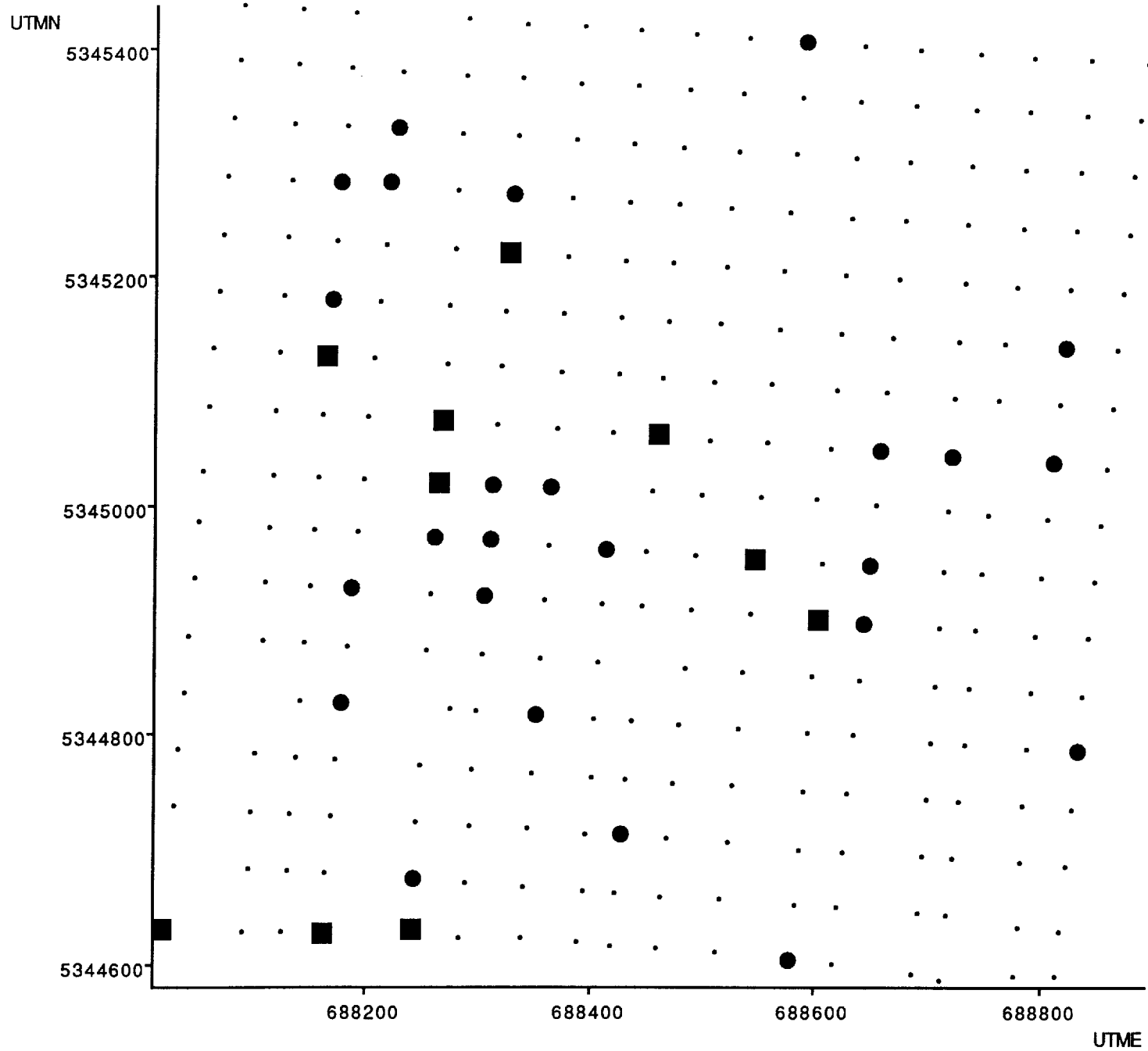
LA

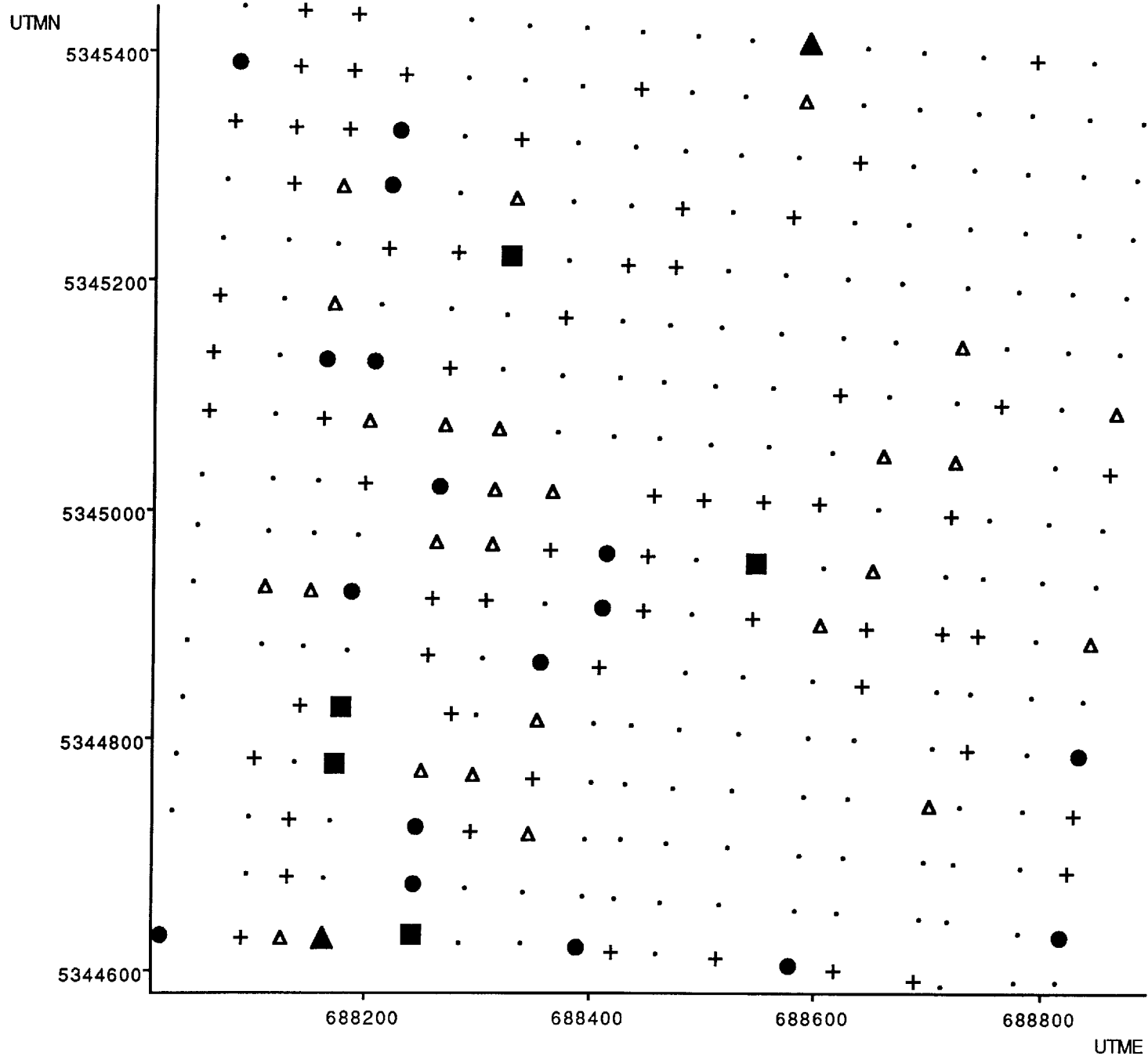


5345400  
5345200  
5345000  
5344800  
5344600



688200 688400 688600 688800  
UTME

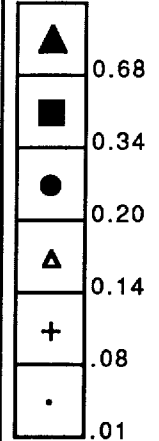


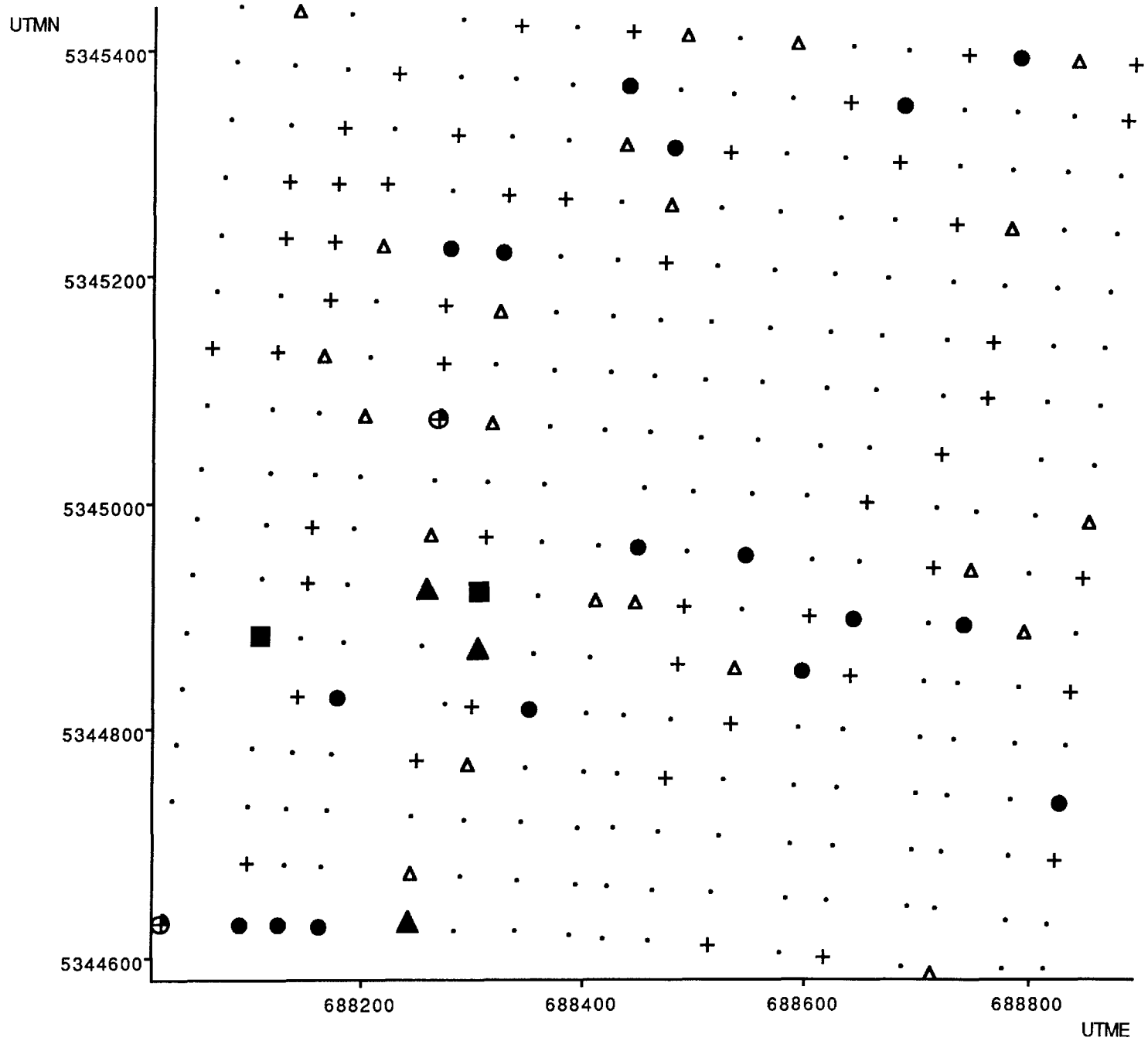


MAGNESIUM (%)

Échelle 1:5000

MG

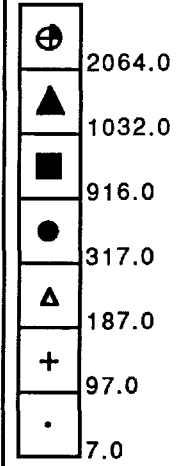


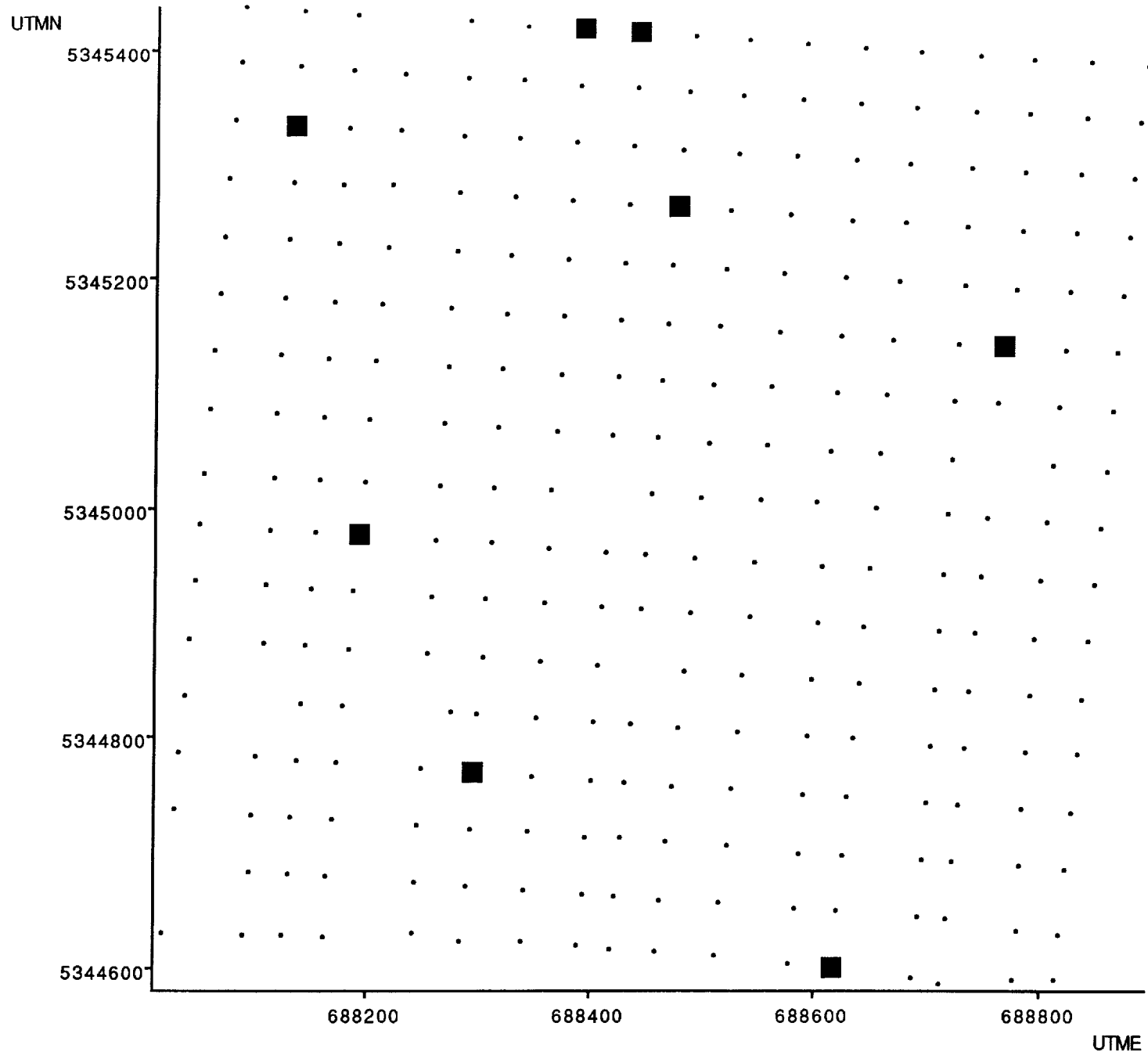


**MANGANESE (PPM)**

Échelle 1:5000

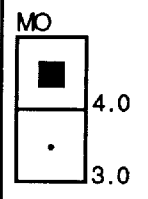
MN

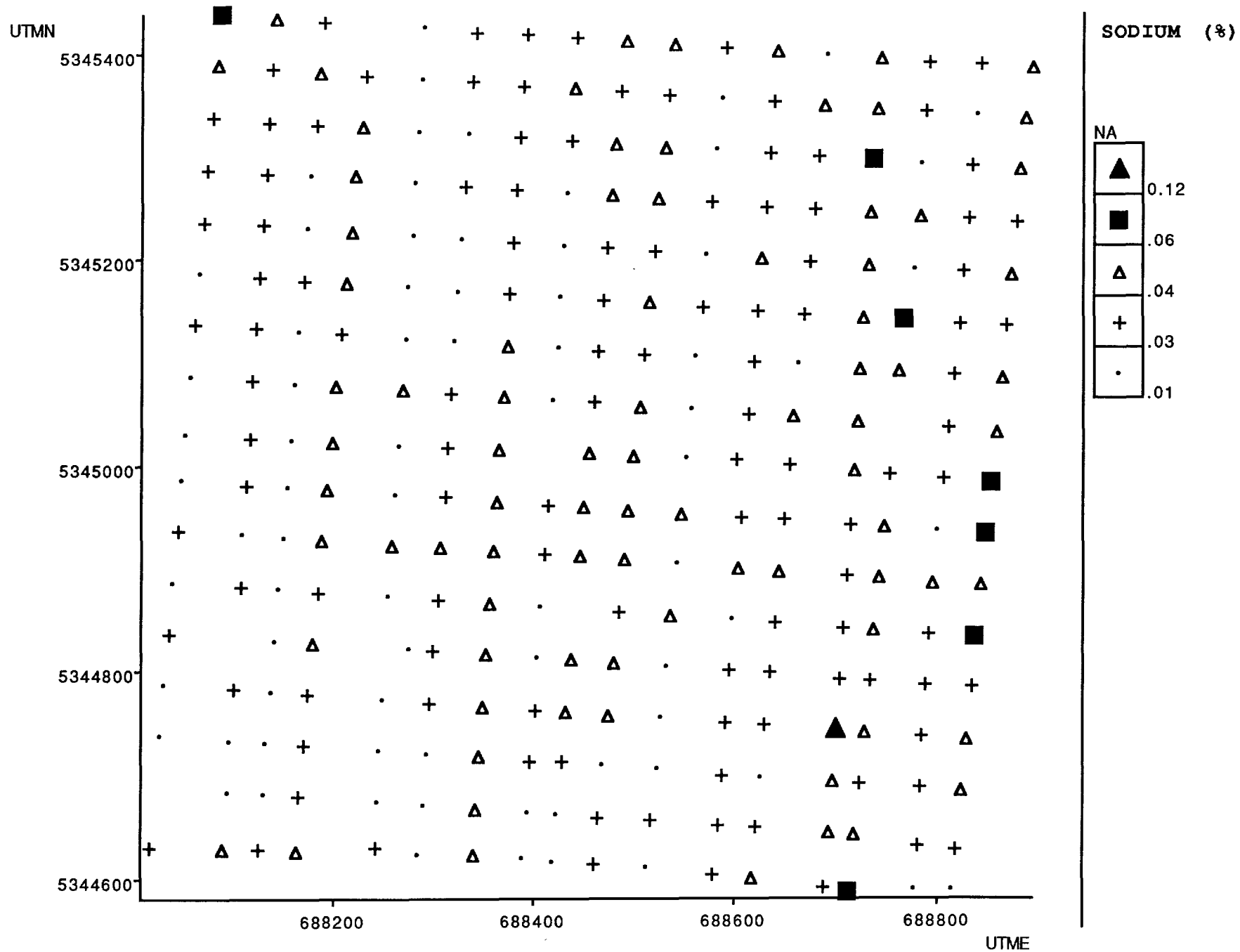


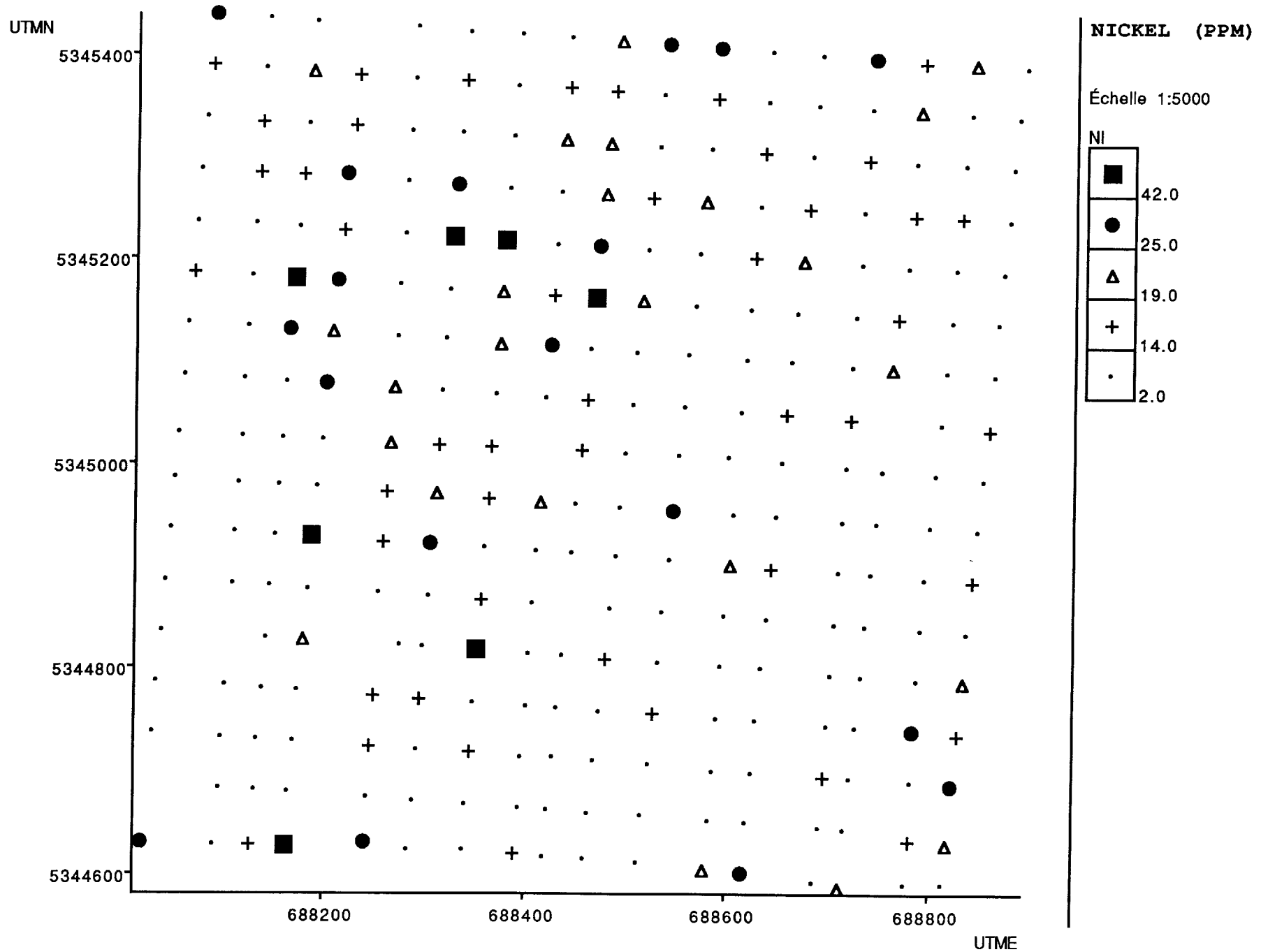


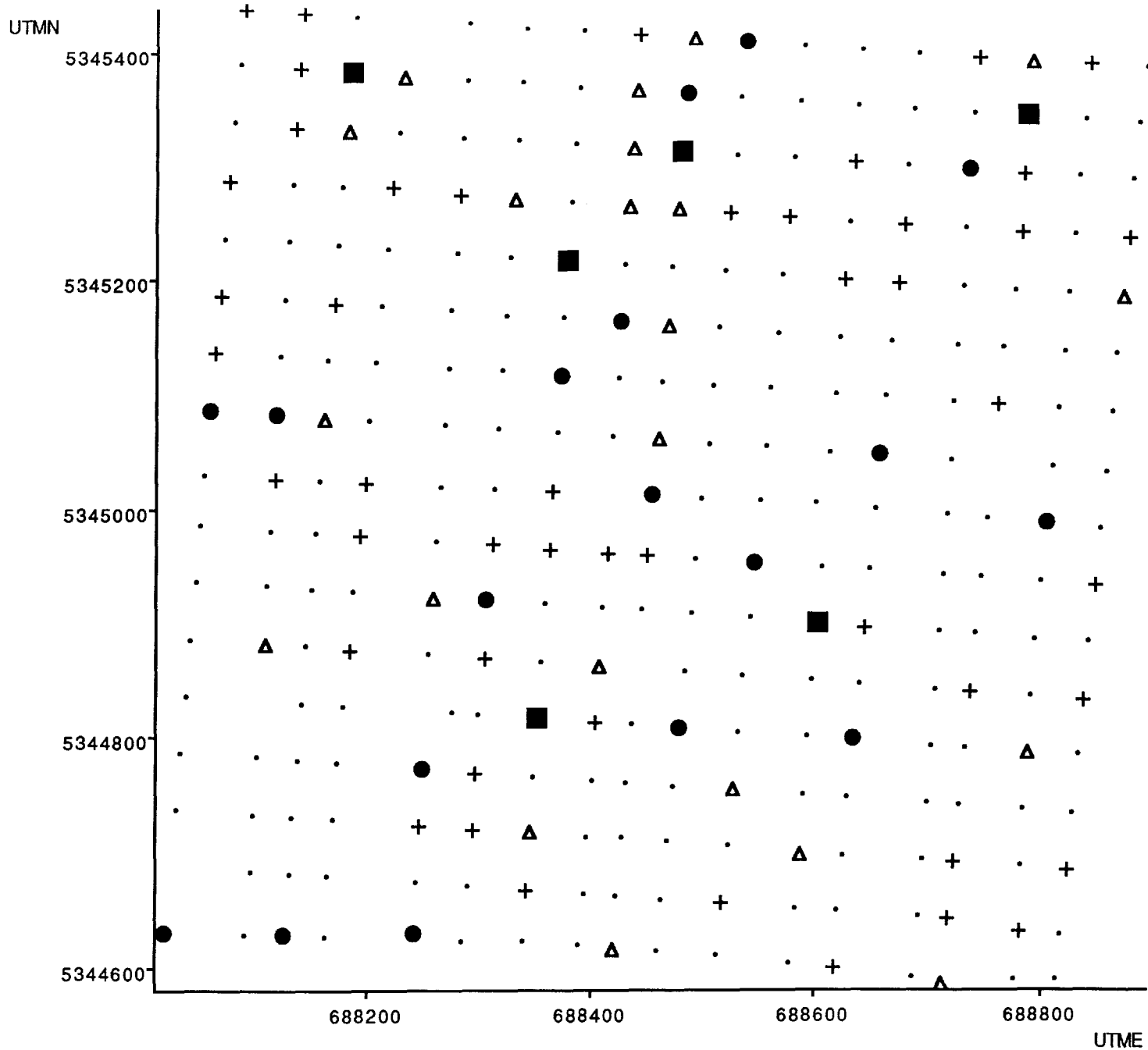
**MOLYBDENE (PPM)**

Échelle 1:5000



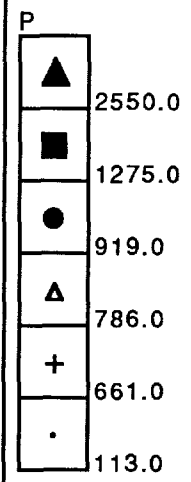




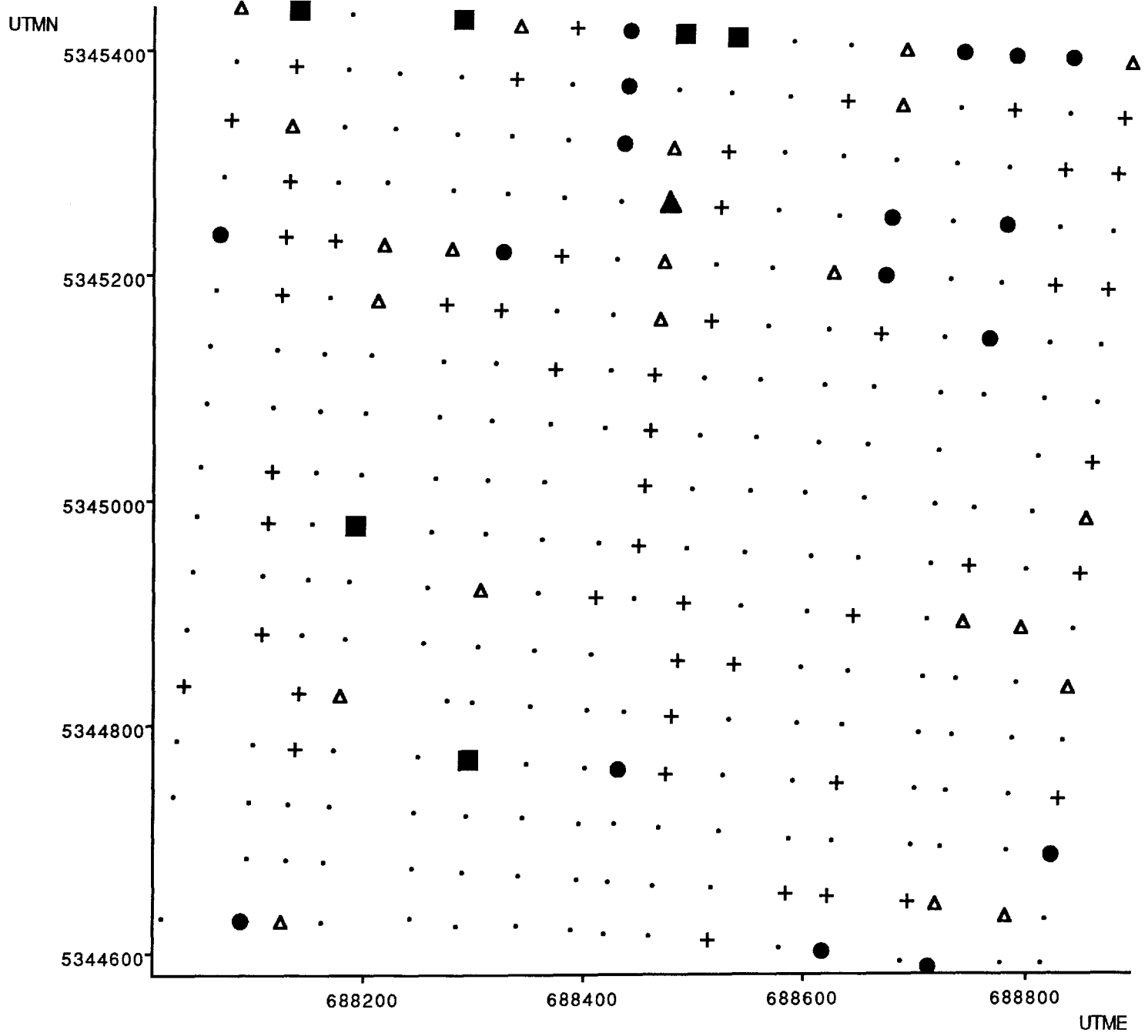


PHOSPHORE (PPM)

Échelle 1:5000



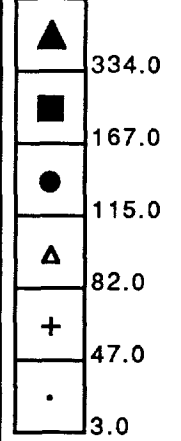




PLOMB (PPM)

Échelle 1:5000

PB



UTMN

5345400

5345200

5345000

5344800

5344600

688200

688400

688600

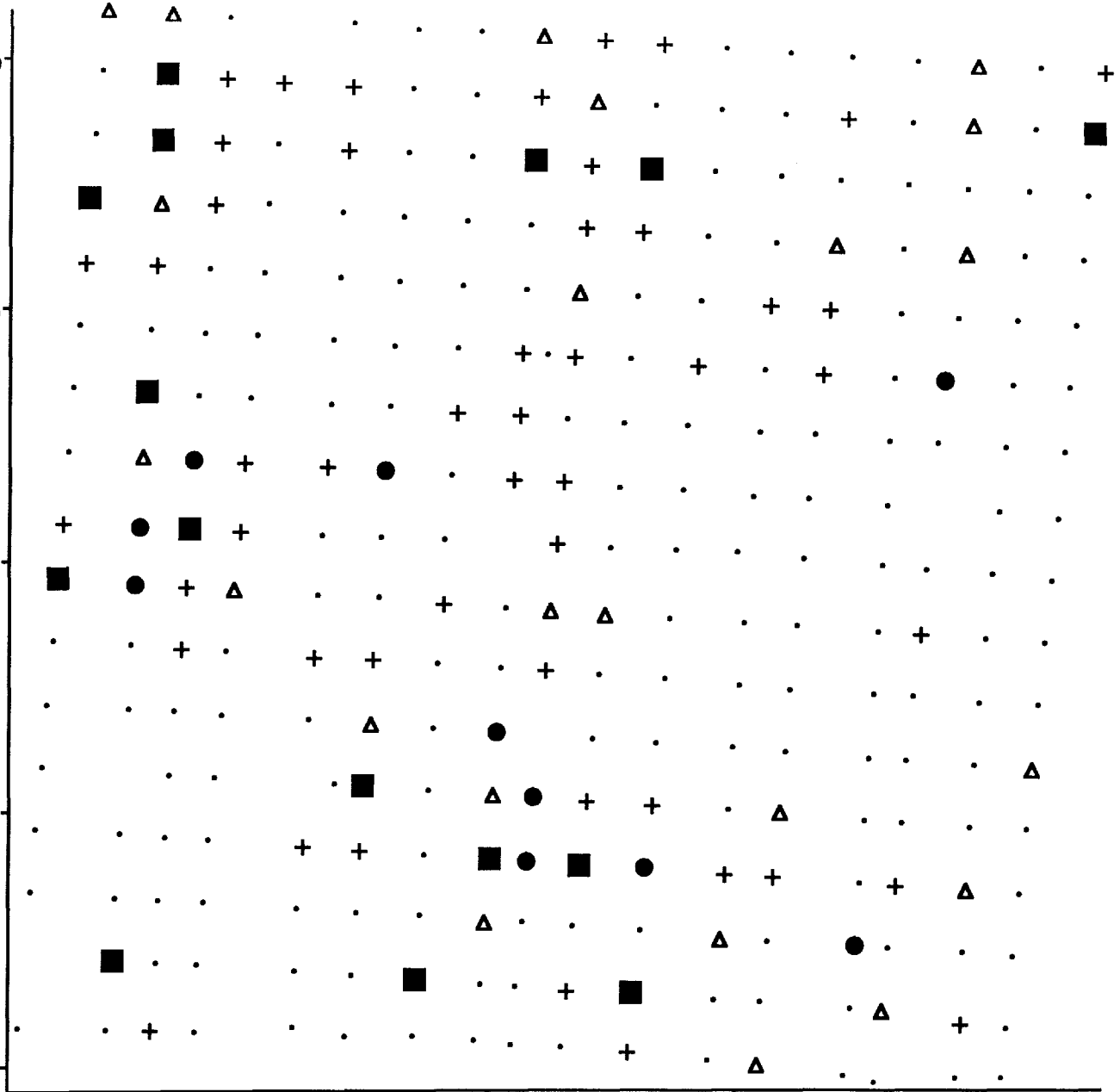
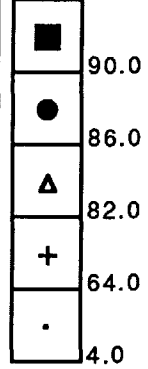
688800

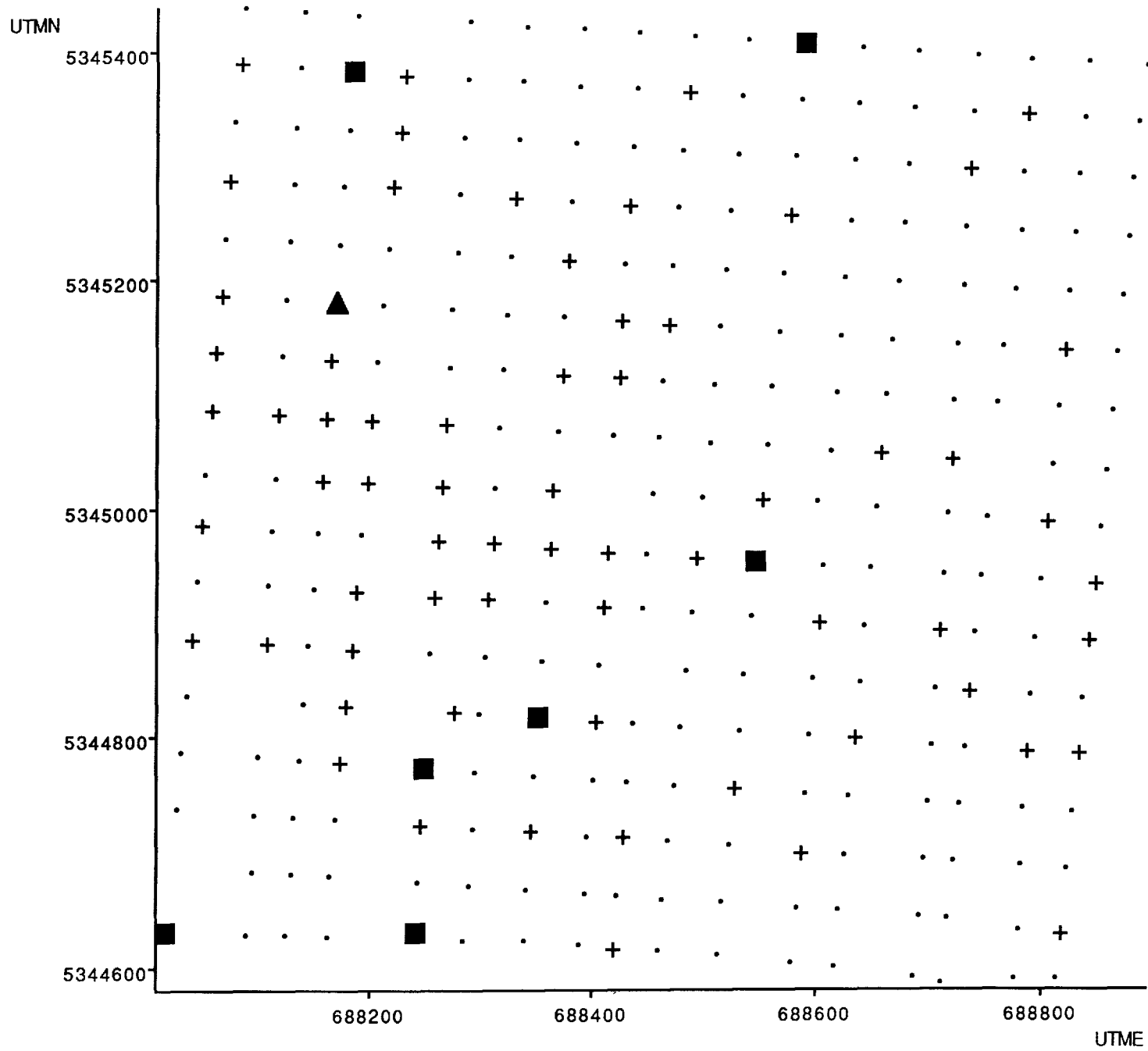
UTME

PERTE AU FEU (%)

Échelle 1:5000

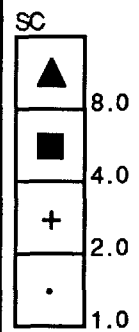
PF

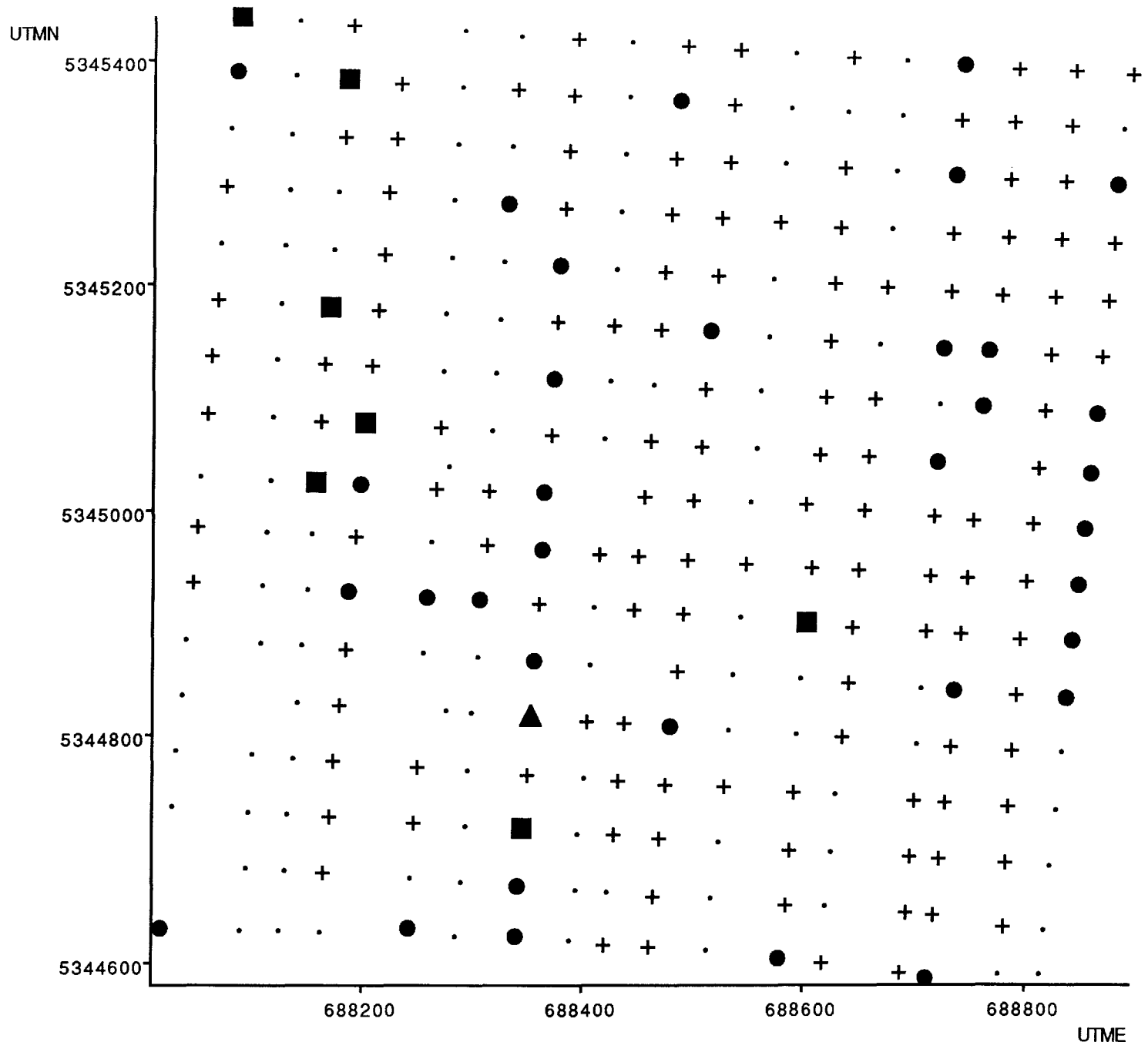




SCANDIUM (PPM)

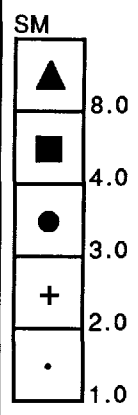
Échelle 1:5000

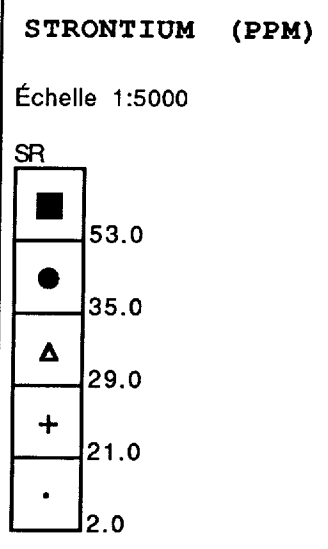
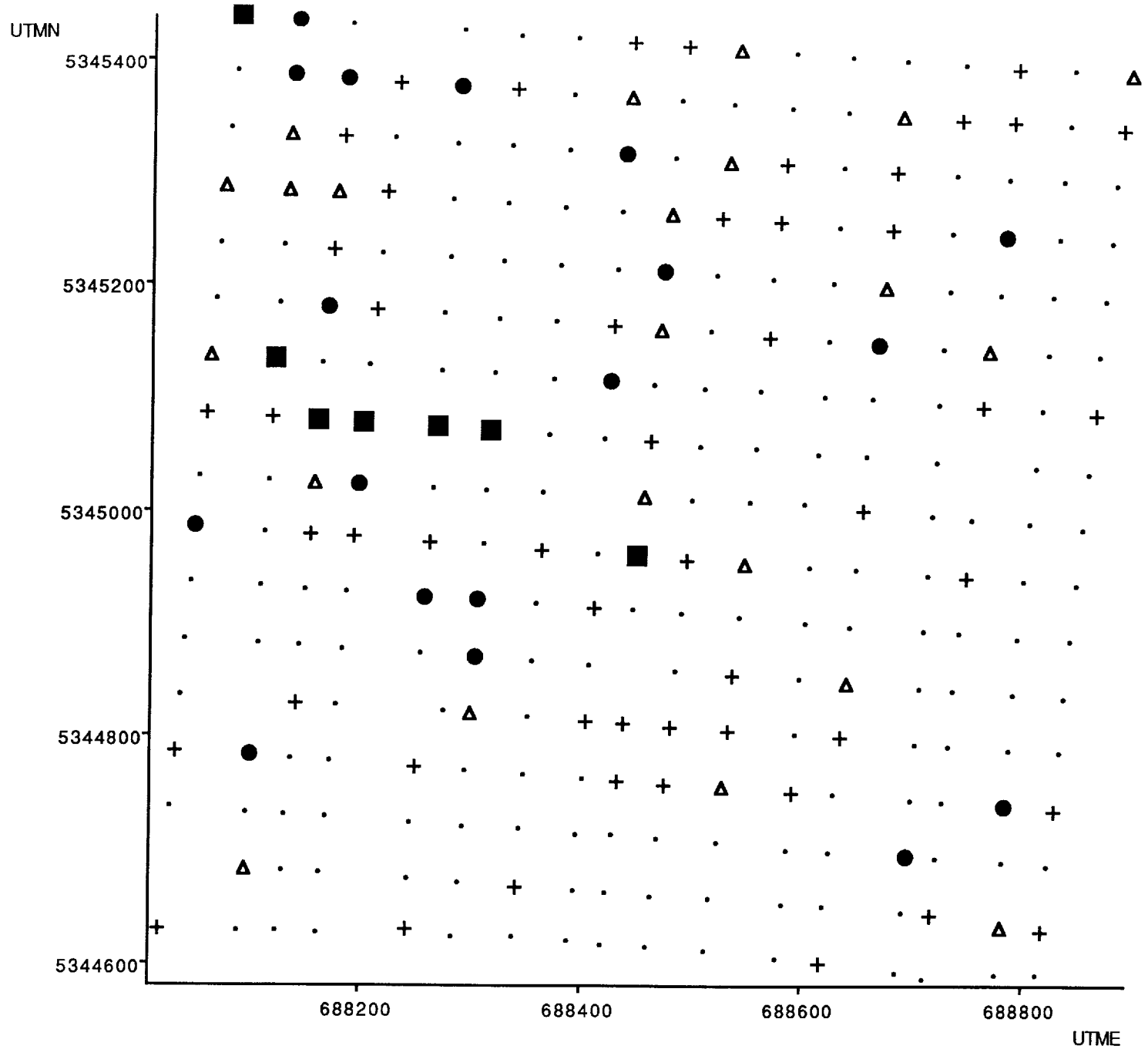


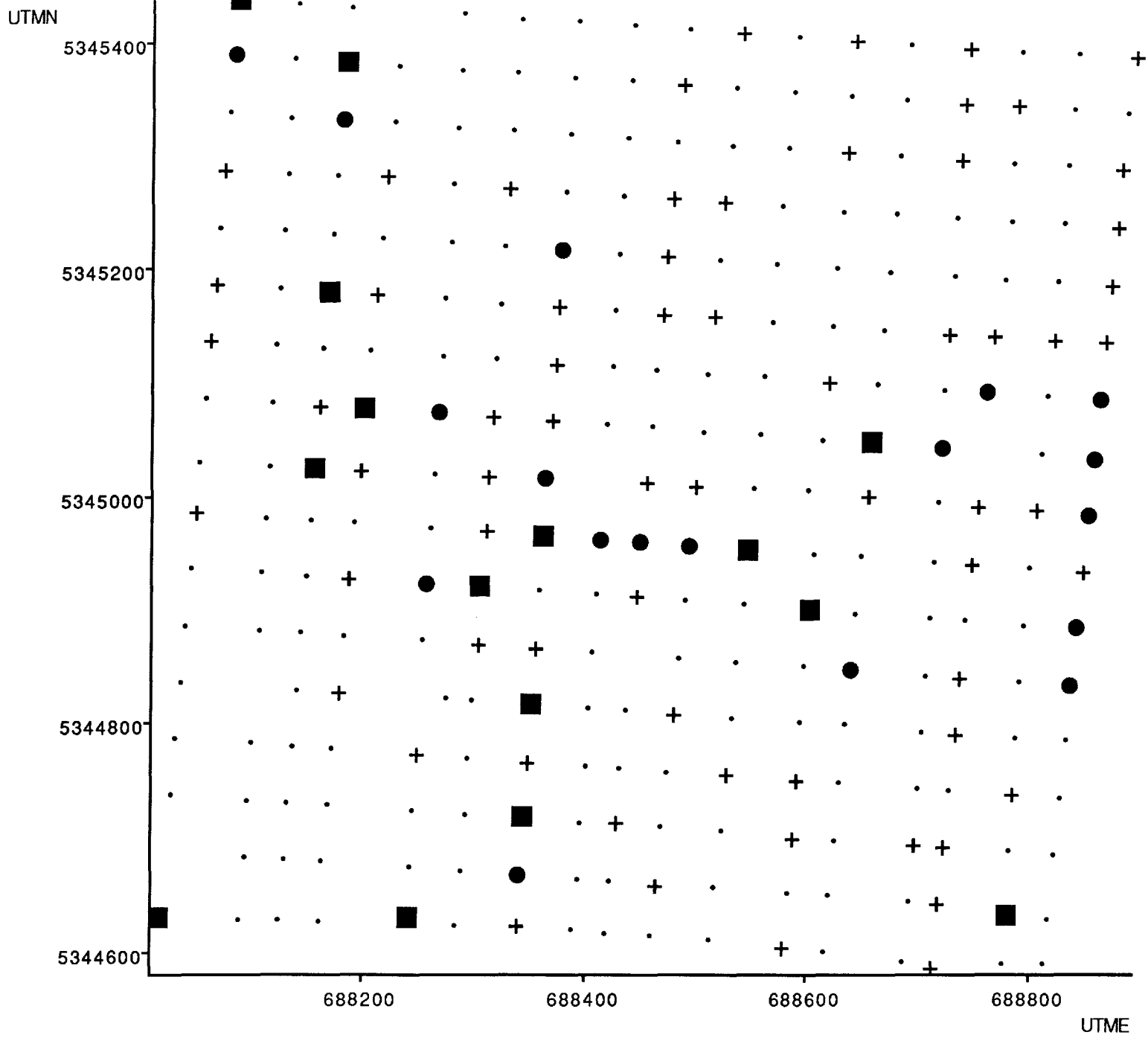


**SAMARIUM (PPM)**

Échelle 1:5000



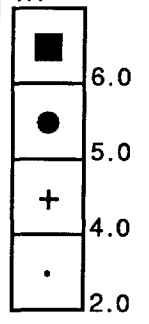




THORIUM (PPM)

Échelle 1:5000

TH

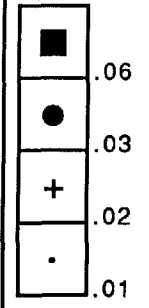


UTMN

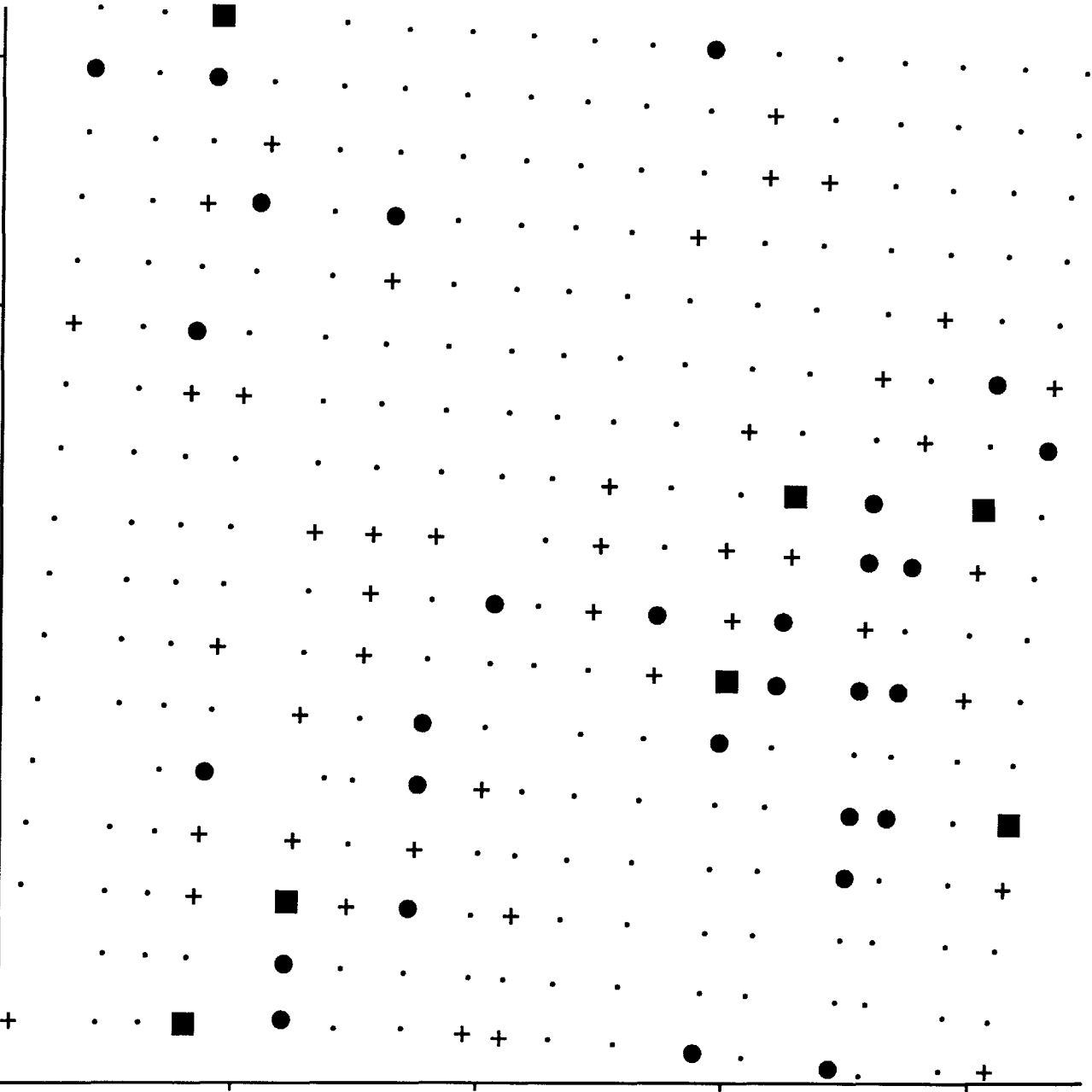
TITANE (%)

Échelle 1:5000

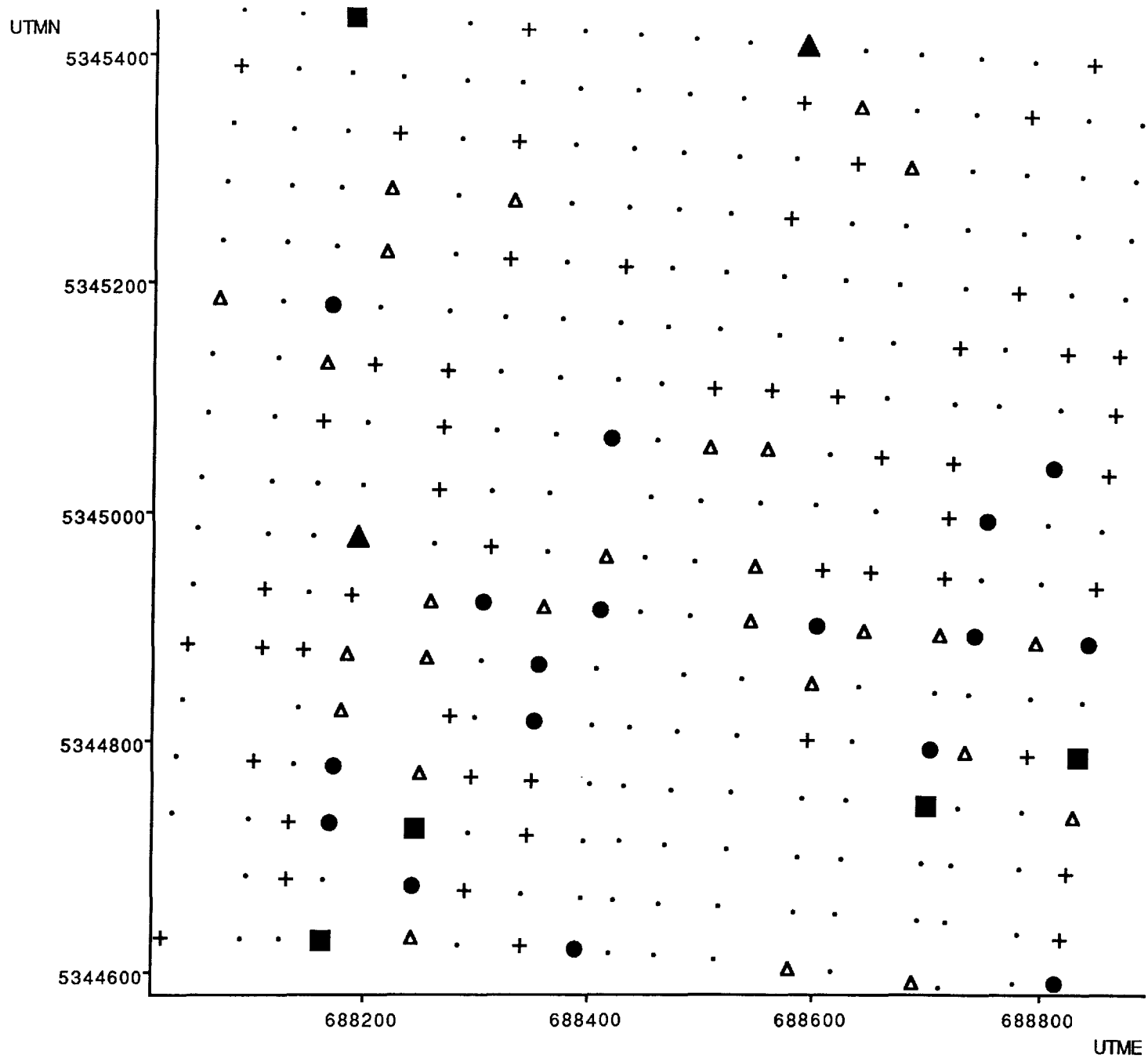
Ti



5345400  
5345200  
5345000  
5344800  
5344600



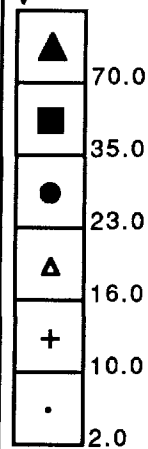
688200 688400 688600 688800 UTME



**VANADIUM (PPM)**

Échelle 1:5000

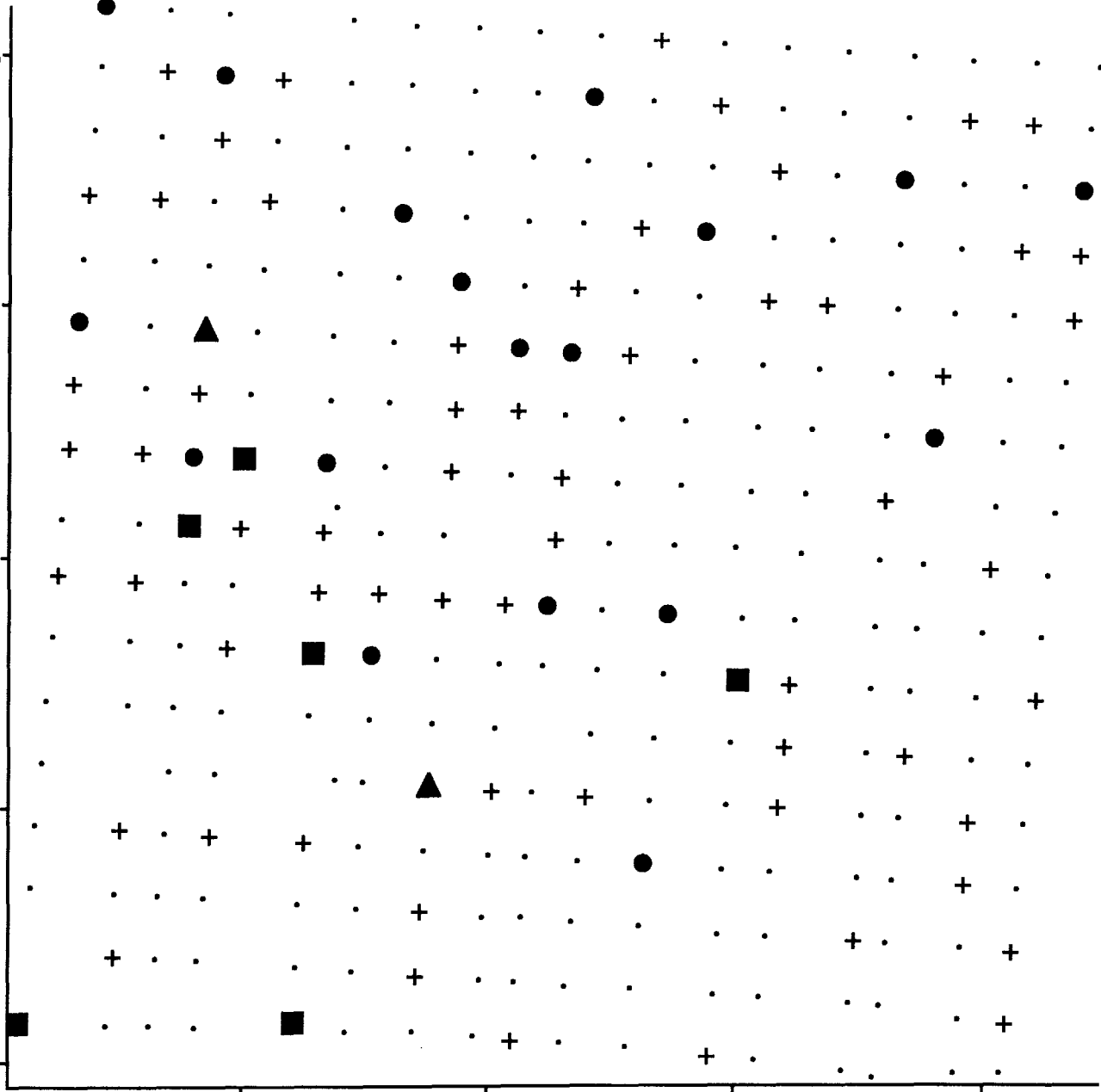
V





UTMN

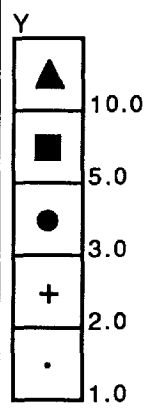
5345400  
5345200  
5345000  
5344800  
5344600

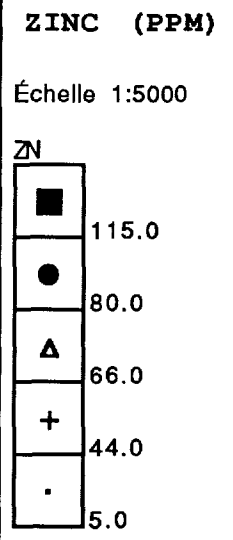
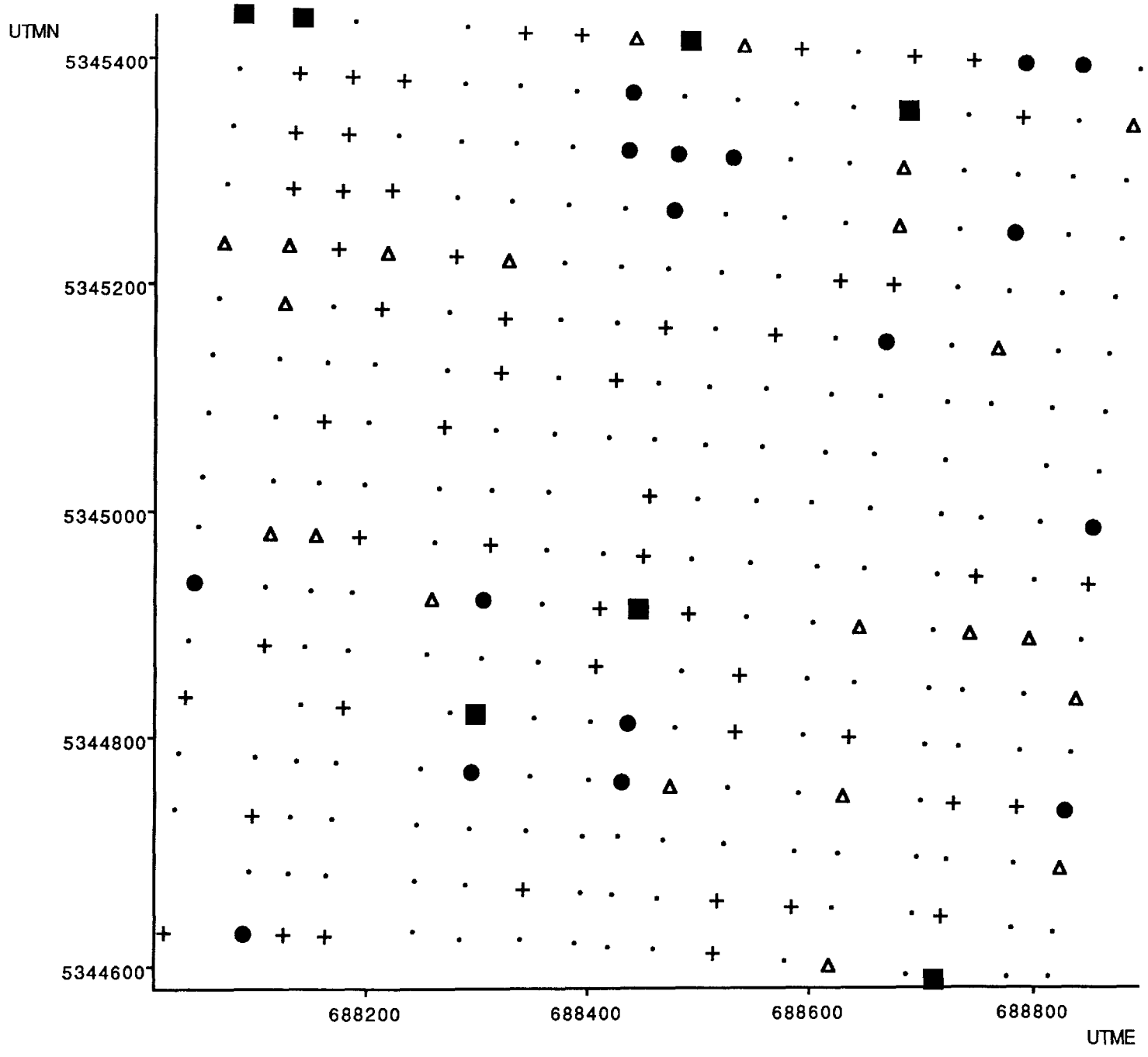


688200 688400 688600 688800

UTME

Y  
YTTTRIUM (PPM)





ANNEXE 4  
SYNTHÈSE MULTI-ÉLÉMENT

# Bacillus Cereus

