

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. : (38) 63.80.01

**COMMISSION SYNDICALE DE
St LOUIS - HUNINGUE ET ENVIRONS**

**ETUDE DES RESSOURCES EN EAU
DANS LA REGION DE SIERENTZ-BARTENHEIM**

15 DECEMBRE 1978

G. KREBS



Service géologique régional ALSACE

204, route de Schirmeck, 67200 Strasbourg - Tél. : (88) 30.12.62

SOMMAIRE

INTRODUCTION

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

- 1.1 Conditions géologiques
- 1.2 Conditions hydrogéologiques
- 1.3 Caractéristiques chimiques des eaux souterraines

2. MISE EN OEUVRE DU MODELE MATHEMATIQUE

- 2.1 Le maillage utilisé
- 2.2 Les données d'entrée du modèle
 - isohypses du substratum
 - potentiels de départ
 - perméabilité de l'aquifère
 - débits d'échange

3. SIMULATIONS REALISEES

- 3.1 Etalonnage - simulation 10
- 3.2 Comparaison des résultats fournis par les modèles Bartenheim, Sierentz et St Louis, Bartenheim : simulation 11
- 3.3 Détermination des ressources en eau minimales exploitables : simulation n°18
- 3.4 Estimation des débits disponibles au Nord de Bartenheim pour des conditions hydrogéologiques moyennes
 - 3.4.1 Vérification de l'étalonnage du modèle : simulation n°19
 - 3.4.2 Débits disponibles au Nord de Bartenheim pour des conditions hydrogéologiques moyennes : simulation n°20
 - 3.4.3 Prélèvements nécessaires à l'abattoir régional de Sierentz
 - simulation 21
 - simulation 22
- 3.5 Impact des puits projetés sur les ouvrages déjà existants
 - 3.5.1 Abaissement de la nappe provoqué par les pompages au Sud de Bartenheim
 - 3.5.2 Abaissement de la nappe par l'ensemble des puits projetés par le Syndicat de St Louis

4. SYNTHESE DES RESULTATS

CONCLUSIONS

LISTE DES FIGURES ET DES ANNEXES

- Fig 1 : Isohypes du substratum en chiffres.
- Fig 2 : Isohypes du substratum en caractères.
- Fig 3 : Potentiels de départ - en chiffres - (simulation 10).
- Fig 4 : Potentiels de départ en caractères (simulation 10).
- Fig 5 : Perméabilité de l'aquifère en chiffres.
- Fig 6 : Perméabilité de l'aquifère en caractères.
- Fig 7 : Simulation 11 : comparaison des résultats des modèles St Louis
Bartenheim et Bartenheim Sierentz (basses eaux) carte des potentiels
en chiffres.
- Fig 8 : Simulation 11 : carte des potentiels en caractères.
- Fig 9 : Simulation 18 : détermination des ressources en eau minimales exploi-
tables : carte des potentiels en chiffres.
- Fig 10 : Simulation 18 : Carte des potentiels en caractère.
- Fig 11 : Simulation 19 : Vérification de l'étalonnage du modèle pour des condi-
tions hydrogéologiques moyennes - carte des potentiels
en chiffres.
- Fig 12 : Simulation 19 : Carte des potentiels en caractères.
- Fig 13: Simulation 20 : Débits disponibles pour des conditions hydrogéologiques
moyennes - (6 puits) potentiels calculés en chiffres.
- Fig 14: Simulation 20 : potentiels calculés en caractères.
- Fig 15: Simulation 21 : Choix d'un emplacement pour le futur abattoir de Sierentz
potentiels calculés en chiffres.
- Fig 16: Simulation 21 : Carte des potentiels en caractères.
- Fig 17: Simulation 22 : Choix d'un emplacement pour le futur abattoir de Sierentz
carte des potentiels en chiffres.
- Fig 18: Simulation 22 : Carte des potentiels en caractères.
- Fig 19: Simulation 26 : Impact des puits projetés par le Syndicat de St Louis
sur le puits de Bartenheim - carte des potentiels en
chiffres.
- Fig 20: Simulation 28 : Recherche d'un nouveau site pour les puits de Bartenheim
carte des potentiels en chiffres.
- Fig 21: Simulation 28 : Recherche d'un nouveau site pour les puits de Bartenheim
carte des potentiels en caractères

Fig 22 : Simulation n°29 : Augmentation possible des prélèvements sur les puits de Bartenheim - Carte des potentiels en chiffres.

Fig 23 : Simulation n°29 : Augmentation possible des prélèvements sur les puits de Bartenheim - Carte des potentiels en caractères.

ANNEXE 1 : Maillage du modèle.

ANNEXE 2 : Caractéristiques du programme VAL.

INTRODUCTION

La Commission Syndicale de St Louis-Huningue et environs, envisage de renforcer son alimentation en eau potable par l'exécution de nouveaux forages situés dans la plaine du Rhin au Nord de l'agglomération de Bartenheim la Chaussée.

Elle a chargé le Service Géologique Régional Alsace de préciser les ressources en eau disponibles dans ce secteur grâce à la mise en service d'un modèle mathématique à petites mailles qui s'insère dans le modèle régional de cohérence des données réalisé en 1971.

Cette étude fait suite aux investigations entreprises par le SGAL en 1975 dans la région située plus au Sud, comprise entre St Louis et Bartenheim la Chaussée. Celles-ci avaient montré que les ressources aquifères disponibles dans ce secteur pouvaient fournir un débit maximum de 850 m³/h ce qui permettait de répondre aux besoins en eau du Syndicat au maximum jusqu'en 1989 et seulement jusqu'en 1987 au cas où le Syndicat des Eaux de Bartenheim serait également alimenté par les captages projetés.

Le présent rapport rend compte de l'étude hydrodynamique réalisée entre Bartenheim et Sierentz et présente la mise en oeuvre du modèle mathématique ainsi que les différentes simulations qui ont été réalisées sur ce nouveau secteur de nappe. Cette étude a été réalisée avec le concours financier de l'Agence Financière de Bassin Rhin Meuse et du Ministère de l'Agriculture.

1. PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE

Le secteur d'étude s'étend du Nord au Sud entre les agglomérations de Kembs et de Huningue. Il est limité à l'Ouest par les coteaux du Sundgau qui dominent la plaine et qui s'étendent à l'Ouest des communes de Schlierbach, Sierentz, Bartenheim et Blotzheim, et à l'Est par le Rhin.

1.1 Conditions géologiques

La région étudiée fait partie du domaine géologique de la plaine du Rhin. Les alluvions rhénanes, sablo-graveleuses reposent sur le substratum marneux, d'âge tertiaire. L'épaisseur des alluvions aquifères est variable : elle augmente d'Ouest en Est et atteint une dizaine de mètres à proximité du Rhin.

Un système de terrasses parallèles au Rhin abaisse par gradins successifs la surface du sol jusqu'au niveau du fleuve. Les formations de recouvrements sont pratiquement inexistantes sur l'ensemble du domaine : les alluvions sablo-graveleuses sont affleurantes ou subaffleurantes sur l'ensemble du domaine.

1.2 Conditions hydrogéologiques (cf. annexe 1)

Ces alluvions ont une perméabilité comprise entre 2 et 40×10^{-4} m/s. La nappe s'écoule en direction du Nord-Est sous un gradient élevé le long de la limite occidentale des alluvions (13 ‰ au droit de Blotzheim), et plus faible au centre plaine (4 ‰).

Elle est drainée par le Rhin où ses aménagements qui jouent le rôle de niveau de base. Sa profondeur par rapport au sol est très variable. Elle dépasse en moyenne une dizaine de mètres au centre plaine et peut même localement atteindre 20 m de profondeur et ceci notamment au Nord-Est de Blotzheim. A proximité du Rhin, par contre par suite de la succession des terrasses, le toit de la nappe se rapproche de la surface topographique et n'excède pas une profondeur de 4 à 5 m.

Les fluctuations saisonnières de la nappe sont essentiellement soumises au régime des précipitations et des apports latéraux en provenance du Sundgau. A proximité de la limite des alluvions son battement annuel est compris entre 1 et 2 m, les hautes eaux s'établissent en hiver. En bordure du contre canal de drainage (au pied du Grand Canal d'Alsace), la nappe est par contre maintenue à une cote pratiquement constante : ses variations restent inférieures à 50 cm.

1.3 Caractéristiques chimiques des eaux souterraines

La campagne de prélèvements effectuée pour le compte de la Commission Interministérielle d'Etude de la Nappe phréatique en 1972, a permis de préciser les caractéristiques générales de la chimie des eaux du réservoir.

D'une manière générale, sauf en aval de la ville de Bâle, les eaux souterraines se caractérisent par une dureté voisine de 35° , des teneurs en chlorures et en sulfates inférieures à 50 mg/l et des concentrations en nitrates qui restent généralement comprises entre 10 et 20 mg/l sauf dans le secteur d'intense activité agricole (au pied du Sundgau et dans la région de Village Neuf).

Au Nord de Bâle, les concentrations en chlorures et en sulfates sont excessives et sont à mettre en relation avec l'activité urbaine et industrielle qui règne dans cette zone.

2. MISE EN OEUVRE DU MODELE MATHEMATIQUE

Le comportement de la nappe phréatique a été simulé au moyen du programme VAL dont les caractéristiques techniques sont données en annexe 2.

Le schéma des nappes libres a été utilisé, les simulations étant réalisées en régime permanent.

Compte tenu de ce schéma, les caractéristiques de l'aquifère sont définies au moyen des 3 paramètres suivants :

- la perméabilité, exprimée en m/s, déduite de la carte des transmissions et de celle de l'épaisseur des alluvions mouillées.
- les cotes piézométriques de départ qui définissent les potentiels aux limites du domaine d'étude.
- la cote du mur des alluvions perméables obtenue à partir des sondages ayant atteint le substratum et de la prospection géophysique.

Ces deux derniers paramètres permettent au modèle de calculer l'épaisseur aquifère à chaque itération, par différence avec le niveau piézométrique.

2.1 Le maillage utilisé (cf. annexe 1)

Le maillage utilisé comporte un total de 1028 mailles carrées de 2 dimensions différentes :

- 713 grandes mailles de 23 lignes numérotées de 10 à 23 colonnes, de 500 m de côté, définissant l'environnement hydrogéologique du secteur étudié.

- 315 petites mailles de 15 lignes numérotées de 24 à 38 colonnes de 250 m de côté, entre les agglomérations de Sierentz - Loechlé - Bartenheim et Bartenheim-la Chaussée.

2.2 Les données d'entrée du modèle

Les figures 1 à 6 représentent la cartographie des paramètres introduits dans le modèle.

a) Les isohypses du substratum en chiffres et en caractères (fig. 1 et 2)

Chaque plage de la carte fig. 2, symbolisée par un caractère alphabétique ou des blancs, représente un intervalle de valeur, conformément à la légende imprimée. La cote du substratum a été précisée dans le domaine limité par l'extension des petites mailles grâce à l'exécution de 17 sondages électriques réalisés suivant 4 profils Est-Ouest du 19 au 22 juin 1978 (cf. note du SGAL en date du 5.09.78)

b) les potentiels de départ se rapportant aux relevés du mois d'octobre 1976 qui correspondent à un étiage sévère de la nappe (fig. 3 et 4).

c) la perméabilité de l'aquifère (fig. 5 et 6)

La répartition des perméabilités reprend les valeurs fournies par les valeurs de transmissivités utilisées pour le modèle mathématique du secteur Bâle-Mulhouse. Une reconstitution assez fidèle de la piézométrie de référence a été obtenue après de légères modifications de leur répartition.

d) débits d'échanges

- Aucun cours d'eau ne traverse le secteur d'étude. Les ruisseaux, en provenance du Sundgau s'infiltrant en totalité dans la nappe à leur débouché dans la plaine. Le Rhin, qui marque la limite orientale du secteur d'étude draine celle-ci à raison de 238 l/s (résultats obtenus à l'issue de l'étalonnage).

- Les différents points de prélèvements qui ont été pris en compte, utilisés tant pour l'alimentation en eau potable que pour les besoins industriels, à l'exclusion de ceux utilisés pour le lavage des sables et graviers, sont reportés annexe 1.

Les débits supérieurs au l/s, soit 30 000 m³/an soutirés en chacun de ces ouvrages ont été fournis par l'Agence Financière de Bassin Rhin-Meuse. Ils sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

N° du Puits	Coordonnées du modèle	Désignation	Débits (l/s) en 1976
445-3-2	2 - 9	Syndicat de Schlierbach	6,72
445-4-1	19 - 20	AEP St Louis "ancien forage"	61,1
445-4-5	38 - 19	AEP Bartenheim	1,38
445-4-10	2 - 15	AEP Kembs	5,0
445-4-40	38 - 20	AEP Bartenheim	1,25
445-4-41	2 - 16	AEP Kembs	11,6
445-4-142	17 - 20	AEP St Louis "nouveau forage"	30,9
445-8-44	21 - 22	Aéroport de Bâle Mulhouse	34,7
445-8-50	21 - 25	Coopérative laitière Calas	3,68
446-5-12	21 - 30	Asphaltoïde Keller	4,16
446-5-21,22,23	20 - 29	Etablissements Roche	5,5
446-5-70	21 - 30	Plasco	4,66

Le long des limites, les potentiels se rapportant à la piézométrie de référence ont été imposés.

3. SIMULATIONS REALISEES

Deux types de simulations ont été mises en service :

- celles effectuées dans le cadre de l'étalonnage du modèle et de la détermination des ressources en eau minimales disponibles sur le secteur de Sierentz-Bartenheim. Les simulations se réfèrent à la piézométrie d'octobre 1976 : ni l'infiltration efficace liée aux précipitations, ni les apports en provenance des ruisseaux du Sundgau n'ont été pris en considération.

- celles destinées à définir les zones d'emprunt et les ressources en eau moyennes de la nappe sur le secteur d'étude. Dans ce dernier cas nous avons considéré des potentiels moyens le long de la limite occidentale (moyenne des relevés de 1977), une infiltration égale à 1 l/s par maille de 500 m de côté et une alimentation moyenne de la nappe en provenance des ruisseaux du Sundgau.

3.1 Etalonnage du modèle (simulation n°10)

Les premières simulations ont été consacrées à l'étalonnage du modèle. Durant cette phase il s'agit de reconstituer en laboratoire la réalité du terrain. La carte des potentiels mesurés a été assez fidèlement reproduite. Les divergences entre potentiels calculés et mesurés, au droit des piézomètres observés, restent en effet toujours inférieures au mètre, comme en témoigne le tableau ci-après.

N° du Point d'observation	Coordonnées modèle	Potentiel mesuré (m) a	Potentiel calculé (m) b	Ecart d'étalonnage (m) (b-a)
445-4-11	2 - 17	226,4	226,4	0,0
445-3-1	3 - 7	236,8	236,8	+ 0,2
445-3-24	4 - 3	243,0	243,0	0,0
445-4-19	4 - 13	231,2	231,2	0,0
445-4-90	6 - 14	233,60	232,7	- 0,9
445-4-13	6 - 16	231,30	231,1	- 0,2
445-4-33	15 - 19	239,20	238,8	- 0,4
445-4-27	15 - 23	237,60	237,9	+ 0,3
445-4-7	16 - 15	250,00	250,0	0,0
445-4-29	16 - 22	238,50	238,9	+ 0,4
445-4-28	16 - 25	238,00	238,40	+ 0,4
445-4-35	17 - 17	241,80	242,8	+ 1,0
445-4-37	18 - 21	240,6	240,8	+ 0,2
445-4-92	19 - 20	240,80	241,20	+ 0,4
446-1-10	19 - 26	240,3	240,7	+ 0,4
446-1-35	19 - 30	240,7	240,7	0,0
445-4-32	21 - 22	243,30	243,9	+ 0,6
446-5-40	21 - 29	241,20	241,30	+ 0,1
446-5-43	22 - 30	241,90	241,90	0,0
445-4-22	28 - 8	240,0	239,2	- 0,8
445-3-33	31 - 4	250,0	250,0	0,0
445-4-23	31 - 10	240,5	240,3	- 0,2
445-4-24	32 - 6	246,0	246,7	+ 0,7
445-4-18	33 - 19	236,5	236,1	- 0,4
445-3-41	35 - 6	251,0	251	0,0
445-4-39	36 - 13	241,2	240,9	- 0,3
445-4-2	36 - 21	237,3	237,2	- 0,1
445-4-3	37 - 8	255,0	255,0	0,0

Ces écarts se réfèrent à la piézométrie d'octobre 1976 qui, nous le rappelons correspond à des basses eaux de nappe. Cet étiage ne présente cependant aucun caractère exceptionnel. En effet, si l'on examine l'évolution des cotes minimales annuelles enregistrées au piézomètre 445-4-23, situé à 1,5 km au Nord de Bartenheim on se rend compte que les basses eaux d'octobre 1876 ont été dépassées en novembre 1972 et janvier 1977. La probabilité de retrouver l'étiage de 76 serait par conséquent d'environ 1 année sur trois.

	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
	Septembre	Novembre	Décembre	Décembre	Novembre	Janvier	Octobre	(Novembre)	(Octobre)	Janvier
Profondeurs maximales enregistrées (m)	14,40	15,30	14,50	15,73	16,44	15,83	16,09	15,42	16,08	16,21

En réalité une période d'observation de 10 ans est trop courte pour définir une période de retour d'autant plus qu'au cours des 10 dernières années la période 1971 - 1976 s'est caractérisée par un déficit notable des précipitations. Il en résulte vraisemblablement une surestimation de la fréquence d'apparition de l'étiage d'octobre 1976.

3.2 Comparaison des modèles St Louis Bartenheim et Bartenheim Siérentz (simulation 11).

L'étude hydrogéologique réalisée par le SGAL en 1975 pour le compte du syndicat de St Louis dans le secteur de nappe compris entre St Louis et Bartenheim la Chaussée avait permis de préciser les ressources en eau de ce secteur. Grâce à l'exécution de 4 ouvrages de pompage situés à l'Ouest de la RN 66, il était possible de soutirer un débit global de 850 m³/h. La simulation n°11 a eu pour objet, de confronter les résultats du modèle réalisé en 1975 (piézométrie de référence décembre 1972) avec le modèle actuel.

Les caractéristiques de cette simulation sont les suivantes :

- suppression des pompages dans le forage de l'aéroport,
- exploitation maximale sur les 4 ouvrages à raison de :
 - . 150 m³/h (42 l/s) au puits F1 : 445-4-142
 - . 200 m³/h (56 l/s) au puits F2 : 445-4-143
 - . 250 m³/h (69 l/s) au sondage S1
 - . 250 m³/h (69 l/s) au sondage S2

Les figures 7 et 8 rendent compte de la piézométrie obtenue à l'issue de cette simulation. Les principaux résultats de ce test sont consignés dans le tableau suivant.

Désignation du forage	Débit pompe	Coordonnées du modèle	MODELE ACTUEL			MODELE 1975		
			Potentiel de départ	Potentiel en pompage	Rabattement	Pot. de départ	Pot. en pompage	Rabattement
F1 (Sud) 445-4-11	150 m ³ /h (42 l/s)	17 - 20	239,5	237,2	2,3	240,6	237,8	2,8
F2 445-4-142	200 m ³ /h (56 l/s)	16 - 20	239,1	234,8	4,3	240,0	235,9	4,1
S1 445-4-143	250 m ³ /h (69 l/s)	15 - 20	238,5	233,5	5,0	239,1	234	5,1
S2 445-4-144	250 m ³ /h (69 l/s)	38 - 21	238,0	233,0	5,0	238,3	233,5	4,8

L'examen de ce tableau permet de faire, les 2 remarques essentielles suivantes :

- les rabattements calculés provoqués par ces pompes sont pratiquement identiques. Les petites différences constatées doivent être attribuées aux 2 types de maillage utilisés : parallèle au Rhin en 1975, parallèle aux coordonnées Lambert actuellement, et à des tailles de mailles différentes.

- les potentiels de départ actuels sont plus bas que ceux du modèle réalisé en 1975. Ceci résulte d'une part de la piézométrie initiale, l'étiage d'octobre 1976 étant plus prononcé que celui de décembre 1971 et d'autre part, de l'absence de pluie efficace, apport qui avait été pris en considération en 1975 (150 mm/an).

3.3 Détermination des ressources en eau minimales exploitables

(simulation n°18).

La simulation n°18 a eu pour objet de définir les conditions minimales d'exploitation de la nappe dans le secteur d'étude. Lors de cette simulation, nous avons conservé les 850 m³/h d'eau extraits dans les 4 forages déjà projetés au Sud de Bartenheim.

En outre, un dispositif de pompage comprenant 6 ouvrages a été testé au Nord de Bartenheim, afin de préciser les ressources en eau exploitables dans cette région. Tous les forages simulés sont situés dans la forêt domaniale de la Hardt Sud entre l'autoroute A 35 et la RN 66. Afin de déterminer le débit maximum pouvant être prélevé en chacun d'eux, les rabattements maximum admissibles compte tenu de la cote du substratum, ont été imposés au droit de chacun des captages.

Les figures 9 et 10 rendent compte de la piézométrie calculée par le modèle à l'issue de la simulation n°18.

Le tableau ci-après résume les principaux résultats obtenus.

Situation des ouvrages projetés (coordonnées modèle)	Cote nappe au repos (m)	Cote du substratum (m)	Potentiel tenant compte des 850 m3/h projets	Débit pompe 1/s	Potentiel imposé au droit de la maille (m)	Correction effet radial		Epaisseur Alluvions mouillées restantes	
						puits vertical Ø 600 mm	puits drains horizontaux	puits vertical	puits drains horizontaux
25 - 14	233,1	227	233	18	231,0	228,6	229,9	1,6	2,9
27 - 14	234,2	229	234	5	232,5	231,5	232,0	2,5	3,0
29 - 14	235,4	230	235,1	6,5	233,5	232,0	232,8	2,0	2,8
31 - 15	236,0	231	235,5	2,9	234,0	233,1	233,6	2,1	2,6
32 - 17	235,9	228	235	23,0	232,5	229,0	230,9	1	2,9
34 - 17	236,8	232	235,5	1,8	234,5	233,8	234,2	1,8	2,2

Le débit disponible au Nord de Bartenheim dans des conditions très "pessimistes" atteint 57 l/s soit 205 m3/h ou 4800 m3/jour. Etant donné l'épaisseur des alluvions aquifères restantes il ne paraît pas possible de prélever ce débit au moyen de puits verticaux classiques. En effet le modèle ne prend en compte que les écoulements parallèles au maillage. En réalité, au voisinage des puits, les pompes provoquent un écoulement radial convergent. Dans ces conditions il est nécessaire d'appliquer une correction d'effet radial aux rabattements calculés par le modèle au niveau de chaque maille de pompage.

Cette correction, basée sur la formule de DUPUIT pour un forage complet et un aquifère captif est égale à :

$$dhc = dhm \times 1.466 \log \frac{R}{r}$$

avec :

dhc = différence de potentiel corrigé

dhm = différence de potentiel calculée par le modèle

R = dimension d'une maille, soit 250 m

r = rayon du forage.

Pour un puits de 600 mm de diamètre (r : 0,3) l'épaisseur des alluvions aquifères restantes, sans tenir compte des pertes de charges liées à la conception de l'ouvrage, est trop réduite (entre 1 et 2,5 m).

Dans ces conditions, la réalisation des forages à drain horizontaux dans lesquels les pertes de charge sont très faibles et la correction d'effet radial moindre paraît s'imposer. Les rabattements diminuent en effet en moyenne de 1 m avec des puits à drains horizontaux de rayon équivalent égal à 5 m et correspondant à un puits équipé de 6 drains de 200 mm de diamètre et de 20 m de longueur chacun.

Le rayon "équivalent" d'un puits à drains rayonnants correspond au rayon d'un puits vertical parfait qui assure pour un rabattement donné un débit égal à celui d'un puits à drains rayonnants horizontaux.

Ce rayon équivalent r_e peut être estimé à partir de l'expression empirique suivante :

$$r_e = \left[(0.2 + 0.54 \log n) l - 0.2 b \right] \frac{1.06 + 6.34 r_d}{\log d} \quad \text{avec}$$

n = nombre de drains = 6

l = largeur d'un drain = 20 m

b = épaisseur de la nappe = 6 m

rd = rayon du drain = 0.1 m

d = distance au périmètre d'alimentation = 3000 m

Les 200 m³/h disponibles entre Sierentz et Bartenheim peuvent paraître faibles comparés aux ressources exploitables au Sud de Bartenheim (850 m³/h).

En réalité il convient de souligner les 2 points suivants :

- Le débit de 200 m³/h se rapporte à des conditions très pessimistes puisque les calculs ont été réalisés en référence à un étiage sévère de nappe sans apport de la pluie. Cet état de la nappe ne dure que très momentanément dans l'année.

- Au départ l'épaisseur des alluvions aquifères est plus limitée au Nord (entre 6 et 8 m) qu'au Sud de Bartenheim (supérieure à 12 m). En fait cette épaisseur est encore plus réduite par suite de l'impact des 850 m³/h prélevés au Sud.

D'après les résultats de l'étude sur modèle réalisée en 1975, la courbe d'isorabatement égale à 1 m s'étend à près de 2 km des centre de pompage projetés. Au droit de la maille 32.17 située à près de 2 km du forage le plus au Nord, le rabattement provoqué par le prélèvement des 850 m³/h projetés atteint 90 cm.

3.4 Estimation des débits disponibles au Nord de Bartenheim pour des conditions hydrogéologiques moyennes.

Afin d'estimer le débit exploitable dans le secteur Nord de Bartenheim pour des conditions hydrogéologiques moyennes, des nouvelles hypothèses ont été prises en compte dans le modèle :

- potentiels imposés le long des limites Ouest, Nord et Sud correspondent à la niézométrie moyenne relevée en 1977. Le long du Rhin, les potentiels d'octobre 1976 ont été conservés par suite de la présence du contre canal de drainage qui maintient les niveaux de nappe à une cote à peu près constante.

- apports dus aux précipitations : 150 mm/an soit environ 1 l/s par maille de 500 m de côté.

- alimentation moyenne des ruisseaux du Sundgau correspondant aux débit moyens enregistrés en 1971, ceux de 1977 n'étant pas disponible : seules les infiltrations en provenance des ruisseaux de Blotzheim et de Sierentz ont été imposées soit respectivement 34 et 56 l/s.

3.4.1 Vérification de l'étalonnage du modèle - simulation n°19

La simulation n°19 a eu pour objet de vérifier les réponses fournies par le modèle lorsqu'on se plaçait dans des conditions hydrogéologiques moyennes. Les caractéristiques sont identiques à celles de l'hypothèse 4 du rapport du SGAL de 75 : suppression des pompages dans le forage de l'aéroport, prélèvement de 850 m³/h dans le secteur de nappe au Sud de Bartenheim au moyen de 4 forages.

Les résultats calculés par le modèle (cf. fig 11 et 12) sont tout à fait comparables à ceux de l'étude de 1975 laquelle, excepté les potentiels le long des limites, présente les mêmes conditions d'exploitation.

- La zone d'emprunt des pompages qui permet de définir le périmètre de protection éloigné a été tracé en tireté sur la figure 12. Sa limite aval longe le canal de Huningue et s'étend en amont entre Bartenheim et le Nord de Héringue en englobant la moitié Nord de l'aéroport.

- Lorsqu'on se situe en dehors du secteur influencé par les prélèvements, les divergences entre potentiels calculés et mesurés (profondeur moyenne en 1977) restent voisines de 50 cm, ce qui corrobore la répartition des paramètres hydrodynamiques introduits dans le modèle.

N° du point d'observations	Coordonnées modèle	Niveau moyen en 1977 (m) a	Potentiel calculé (m) b	Ecart d'étalonnage (m) (b-a)
445-3-1	3 - 7	238,0	238,0	0,0
445-4-19	4 - 13	232,3	233,2	+ 0,9
445-4-90	6 - 14	234,70	234,8	+ 0,1
445-4-13	6 - 16	232,1	232,4	+ 0,3
446-5-40	21 - 29	240,4	240,6	+ 0,1
445-4-22	28 - 8	241,6	241,8	- 0,2
445-4-23	31 - 10	242,1	241,9	- 0,2

3.4.2 Débits disponibles au Nord de Bartenheim pour des conditions hydrogéologiques moyennes : simulation n° 20.

La simulation n°20 a permis d'apprécier les débits disponibles au Nord de Bartenheim pour les conditions hydrogéologiques moyennes qui viennent d'être décrites. Les caractéristiques de cette simulation sont analogues à celles de la simulation n°18 :

- maintien de 850 m³/h prélevés au Sud de Bartenheim,
- imposition au droit de chacun des 6 sites de forages du même potentiel que celui admis lors de la simulation 18.

Les figures 13 et 14 rendent compte de la piézométrie calculée par le modèle avec cette configuration des prélèvements.

Le tableau ci-dessous récapitule les principaux résultats acquis au terme de cette simulation.

Situation des ouvrages projetés (coordonnées modèle)	Potentiel départ tenant compte de 850 m ³ /h projetés (m)	Cote du substratum (m)	Débit pompé 1/s	Potentiel imposé au droit de la maille	Correction effet radial		Epaisseur Alluvions mouillées restantes	
					puits vertical Ø 600 mm	puits à drains horizontaux Ø équivalent 5 m	puits vertical	puits à drains horizontaux équivalent 5 m
25 - 14	234,8	227	37	231	226,5	228,9	-	1,9
27 - 14	235,9	228	17	232,5	229,7	231,2	0,7	2,2
29 - 14	237,0	230	17	233,5	230,2	232,0	0,2	2,0
31 - 15	237,2	231	10	234,0	231,6	233,0	0,6	2,0
32 - 17	236,4	228	30	232,5	228,1	230,5	0,1	2,5
34 - 17	237,1	232	9	234,5	232,3	233,5	0,3	1,5

L'examen de ce tableau permet de faire 4 remarques essentielles :

a) Le débit disponible en conditions hydrogéologiques moyennes atteint un total de 120 l/s soit 430 m³/h ou 10 000 m³/jour. Cette augmentation du simple au double selon la référence piézométrique admise s'explique,

- d'une part en raison de l'augmentation de près de 2 m de l'épaisseur des alluvions aquifères disponibles. Cet accroissement provoque une augmentation de près de 30 % de la transmissivité au droit des sites testés.

- d'autre part, et par voie de conséquences d'un rabattement imposé au niveau des mailles de pompage pratiquement double de celui se rapportant aux basses eaux de nappe.

b) Si l'on désire prélever un débit de cette importance il sera nécessaire de recourir à des puits à drains horizontaux. En effet, compte tenu des rabattements supplémentaires provoqués par l'écoulement radial il est impossible de recourir à des puits verticaux classiques.

c) Sur les six centres de pompages testés, ceux simulés en mailles 31.15 et 34.17 fournissent uniquement 16 % du débit total. Cette faible proportion résulte de l'interaction des puits entre eux. Il paraît inutile dans ces conditions de prévoir la réalisation de 6 puits, les 4 puits restants permettront un prélèvement total voisin de 100 l/s, soit 360 m³/h.

La zone d'emprunt de ces forages s'étend à l'Est entre la D 468 qui relie Bartenheim à Kembs et le canal de Huningue. A l'Ouest elle englobe toute la partie de la plaine comprise entre Bartenheim et Sierentz (cf. fig 14).

3.4.3 Prélèvements nécessaires à l'abattoir de Sierentz-simulation 21

En plus des puits du Syndicat de St Louis Huningue, il est envisagé de prélever dans le secteur d'études un débit de l'ordre de 2000 m³/jour (100 m³/heure) en vue de l'alimentation en eau du futur abattoir régional de Sierentz.

Le projet initial prévoyait un captage situé à 1 km à l'Est de l'autoroute au Nord-Ouest de Kembs Loechle en maille 25.13. Les résultats obtenus dans la simulation précédente montrent qu'il est possible de prélever un tel débit proche de cet emplacement. Ceci aurait néanmoins pour conséquence de limiter les prélèvements pour le compte du Syndicat à environ 250 m³/h.

a) Simulation n°21 (fig. 15 et 16)

Afin de réserver les 360 m³/h aux conditions hydrogéologiques moyennes au seul Syndicat, un nouveau site plus au Nord a été testé en maille 5.15 pour le puits du futur abattoir de Sierentz. Les résultats de ce nouveau test sont consignés dans le tableau ci-après.

Situation des ouvrages projetés	Potentiel départ tenant compte de 850 m ³ /h projetés (m)	Cote du substratum (m)	Débit pompe l/s	Potentiel imposé au droit de la maille	Correction effet radial		Epaisseur Alluvions mouillées restantes	
					puits vertical Ø 600 mm	puits à drains Ø équivalent = 5 m	puits vertical	puits à drains horizontaux équivalent = 5 m
5 - 15	232,2	225	58	229,0	< 225	226,7	-	1,7
25 - 14	234,3	227	37	231	226,5	229	-	2,0
28 - 14	236,5	230	16	233,5	230,9	232,3	0,9	2,3
30 - 15	236,7	230	11	234	232,2	232,2	2,2	3,2
32 - 17	236,4	228	41	232	225,7	229,1	-	1,1

Avec cette nouvelle distribution des pompes, le débit disponible atteint :

- 380 m³/h pour les besoins de Syndicat répartis par 4 puits,
- 200 m³/h pour le puits de l'abattoir.

Il faut cependant noter qu'il n'est pas possible de prélever ce débit au moyen de puits verticaux. Même en réalisant des puits à drains horizontaux, l'épaisseur des alluvions aquifères restantes, en tenant compte de l'écoulement radial, paraît être trop limitée et ceci notamment au niveau des forages implantés en maille 5-15, 25-14 et 32-17 c'est la raison pour laquelle la répartition des potentiels imposés a été modifiée et a fait l'objet d'un nouveau test.

b) Simulation n°22

Les résultats calculés par le modèle au terme de cette simulation sont illustrés fig. 17 et 18. Ils sont résumés dans le tableau suivant :

Situation des ouvrages projetés	Potentiel départ tenant compte de 850 m ³ /h projetés (m)	Cote du substratum (m)	Débit pompe l/s	Potentiel imposé au droit de la maille	Correction effet radial		Epaisseur Alluvions mouillées restantes	
					puits vertical Ø 600 mm	puits à drains Ø équivalent = 5 m	puits vertical	puits à drains horizontaux équivalent = 5 m
5 - 15 Abattoir	232,2	225	28	230,5	228,6	229,7	3,6	4,6
25 - 14 Syndicat	234,3	227	40	231	226,2	228,8	-	1,8
28 - 14 Syndicat	236,5	230	15	233,5	231	232,3	1,0	2,3
30 - 15 Syndicat	236,7	230	17	233,5	230,6	232,2	0,6	2,2
32 - 17 Syndicat	236,4	228	36	232,5	227,3	230,2	0,9	2,2

Le débit disponible est au total de 136 l/s se répartissant en

- 28 l/s soit 100 m³/h pour le puits de l'abattoir de Sierentz
- 108 l/s soit environ 360 m³/h ou 8600 m³/jour pour le Syndicat.

Les rabattements calculés par le modèle au droit de chacun des puits nécessitent des ouvrages à drains pour les 4 puits du Syndicat. En ce qui concerne le puits de l'abattoir, compte tenu de l'épaisseur des alluvions mouillées restantes, il semble possible de soutirer le débit de 100 m³/h au moyen d'au moins deux ouvrages classiques et ceci uniquement en période de conditions hydrogéologiques moyennes.

La zone d'emprunt se rapportant aux 4 puits du syndicat (cf. Fig. 18) s'étend :

- en aval le long de la D 468 entre Kembs Schaefferhof et Bartenheim la Chaussée.

- en amont, entre les agglomérations de Sierentz et de Bartenheim.

La zone d'emprunt se rapportant à l'unique puits de l'abattoir jouxte au Nord, celle des puits du Syndicat sur une largeur d'environ 600 m.

c) Simulation n°23

La simulation n°23 a été consacrée à préciser le débit disponible, pour des basses eaux de nappe, du dispositif de pompage testé lors de la simulation précédente. Les caractéristiques de cette simulation sont celles de l'étalonnage : potentiels imposés le long des limites se rapportant à la piézométrie d'octobre 1976, pas d'infiltration efficace ni d'apport en provenance des ruisseaux du Sundgau. Les principaux résultats obtenus au terme de cette simulation sont consignés dans le tableau ci-dessous.

Situation des ouvrages projetés	Potentiel départ tenant compte de 850 m ³ /h projetés (m)	Cote du substratum (m)	Débit pompé l/s	Potentiel imposé au droit de la maille	Correction effet radial		Epaisseur Alluvions mouillées restantes	
					puits vertical Ø 600 mm	puits à drains Ø équivalent ~ 5 m	puits vertical	puits à drains horizontaux équivalent ~ 5 m
5 - 15 Abattoir	230,6	225	28	228,82	226,0	227,5	1,0	2,5
25 - 14 Syndicat	233,0	227	17	231,0	228,65	230,0	1,6	3,0
28 - 14 Syndicat	234,6	230	1,6	233,5	233,0	233,3	3,0	3,3
30 - 15 Syndicat	235,1	230	6,8	233,5	232,2	232,9	2,2	2,9
32 - 17 Syndicat	235,0	228	24	232,5	228,8	230,8	0,8	2,8

Le débit minimum pouvant être prélevé par le Syndicat au moyen de 4 puits atteint environ 50 l/s soit 180 m³/h (4200 m³/jour). Sur ce total le forage simulé en maille 28-14 représente seulement 4 % du débit global en basses eaux et un peu plus de 15 % pour des conditions hydrogéologiques moyennes.

Dans ces conditions il ne paraît pas opportun de le conserver. Avec un dispositif de 3 puits le Syndicat de St Louis et environ disposerait d'un débit minimum de 170 m³/h en période d'étiage prononcé et d'un débit voisin de 330 m³/h pour des conditions hydrogéologiques moyennes. Ce débit pouvant être prélevé uniquement en réalisant des puits à drains horizontaux.

En ce qui concerne les puits du futur abattoir de Sierentz les 100 m³/h pompés provoquent au rabattement, sans tenir compte des pertes de charges liées à la conception de l'ouvrage de :

- 4,5 m si l'on réalise au puits vertical de 600 mm de diamètre,
- 3 m si l'on réalise un puits à drains horizontaux de 5 m de rayon équivalent.

Le rabattement obtenu avec un puits vertical est excessif puisque l'épaisseur des alluvions aquifères restantes est de 1 m. Il reste néanmoins possible de prélever un tel débit en période de basses eaux en réalisant 2 ou 3 puits rapprochés.

3.5 Impact des puits projetés sur les nappes déjà existantes

3.5.1 Abaissement de la nappe provoqué par les pompages au Sud de Bartenheim.

Dans le rapport du SGAL de 1975, le problème des forages AEP de Bartenheim avait été soulevé. L'exploitation intensive du secteur alluvial au Sud de cette localité risquait en effet de mettre hors service les 2 forages actuels exploités par le Syndicat de Bartenheim.

Sur les 4 ouvrages déjà projetés par le Syndicat de St Louis qui devraient fournir un débit global de 850 m³/h, le puits le plus au Sud (445-4-142) est déjà exploité. Deux autres puits : 445-4-143 et 445-4-144 vont être mis en service prochainement.

Le syndicat de St Louis a chargé le SGAL de préciser l'impact sur la nappe de ces futurs prélèvements au droit des forages actuels de Bartenheim : le calcul fait l'objet simulation n°26 (cf. figure 19).

Les caractéristiques de cette simulation sont identiques à celles de l'étalonnage "étiage 76" :

- maintien du forage de l'aérodrome,
- exploitation de 3 puits du Syndicat à raison de :
 - . 150 m³/h (42 l/s) au puits F1 imposé en maille 17-20
 - . 200 m³/h (56 l/s) au puits F2 imposé en maille 16-20
 - . 250 m³/h (69 l/s) au puits S1 imposé en maille 15-20.

Le potentiel calculé en maille 38-20 à 500 m au Nord de S1 au niveau des 2 puits de Bartenheim atteint 236 m alors qu'il atteignait la cote de 237,9 m dans les conditions de l'étalonnage. Ce rabattement supplémentaire de près de 2 m ne devrait pas en principe condamner les puits actuels de Bartenheim qui atteignent le substratum à la cote de 227 m. Il paraît néanmoins exclu de les maintenir dans leur état actuel lorsque le dernier forage S2 sera mis en service. Le potentiel de la nappe dans ce cas n'excèdera pas 234 m (cf. fig. 7, simulation 11).

En ce qui concerne le puits 445-4-15 à Kembs Loechlé situé en maille 27-17, le rabattement supplémentaire provoqué par les 2 nouveaux puits du Syndicat atteindra une vingtaine de centimètres (233,2 au lieu de 233,4).

3.5.2 Abaissement de la nappe provoqué par l'ensemble des puits projetés par le Syndicat de St Louis Hunigue.

D'ici une vingtaine d'années les besoins en eau du Syndicat de Bartenheim - Kembs - Rosenau seront de l'ordre de 110 m³/h soit 30 l/s. Compte tenu de l'impact des puits utilisés par le Syndicat de St Louis Hunigue il ne paraît pas possible de soutirer un tel débit à partir des 2 puits actuels existants. Dans ces conditions il a été envisagé de réaliser un nouvel ouvrage pour le compte du Syndicat de Bartenheim, aligné sur le dispositif de St Louis et dont la simulation tient compte :

- des contraintes d'ordre Hydrogéologique : l'épaisseur des alluvions aquifères augmente d'Ouest en Est. Il convient par conséquent de se placer le plus près possible de Bartenheim.

- des contraintes liées au P.O.S de l'agglomération de Bartenheim d'où une implantation des puits la plus éloignée possible des zones constructibles de cette commune.

La simulation n°28 a été consacrée à la recherche de ce nouveau site; compte tenu de l'accroissement des besoins en eau de Bartenheim et par voie de conséquences de l'extension de ses périmètres de protection, nous avons testé un nouvel emplacement situé à 250 m à l'Ouest des puits actuels au maille 38-19.

Il n'est pas possible en effet de se déplacer plus vers l'Ouest, l'épaisseur des alluvions aquifères diminuant rapidement d'Est en Ouest.

Les figures 20 et 21 rendent compte de cette nouvelle simulation dont les hypothèses de départ correspondent à des conditions hydrogéologiques moyennes. En incluant le nouveau puits de Bartenheim en dispositif de pompage projeté, le débit disponible entre Bartenheim et Sierentz reste pratiquement identique à celui défini au cours de la simulation n°22 (105 l/s au lieu de 108 l/s trouvés précédemment).

Le débit maximum pouvant être prélevé en maille 38-19 atteindra, 31 l/s soit 110 m³/h. Le potentiel calculé au droit de ce site en tenant compte de l'effet radial sera de 232,20 m pour un puits à drains rayonnant soit une épaisseur d'alluvions mouillées restante égale à 2,20 m. Pour des conditions hydrogéologiques d'étiage sévère le débit disponible serait au minimum de 60 m³/h ce qui est nettement insuffisant pour les besoins en eau futurs du Syndicat.

Afin de conserver l'épaisseur maximale d'alluvions aquifères, nous avons testé une dernière configuration de pompage pour des basses eaux de nappe en conservant l'emplacement actuel des puits de Bartenheim. Les caractéristiques de ce nouveau test sont les suivantes :

- imposition des débits de :

- . 110 m³/h au puits de Bartenheim en maille 38-20
- . 250 m³/h au puits S1 du Syndicat de St Louis en maille 15-20
- . 200 m³/h au puits F2 du Syndicat de St Louis en maille 16-20
- . 150 m³/h au puits F1 du Syndicat de St Louis en maille 17-20.

- imposition du rabattement maximum admissible au droit de 4 forages au Nord de Bartenheim et du forage S2 (445-4-145) en maille 15-19.

Les résultats de ce test sont consignés fig. 22 et 23 et conduisent à formuler les remarques suivantes :

- En condition de basses eaux, un débit de 110 m³/h prélevé à l'emplacement actuel des puits de Bartenheim provoque un rabattement de 7,6 m. (potentiel calculé égal à 23,4 pour un niveau initial de 238 m). Compte tenu de la cote du substratum, égale à 227 m et de la correction d'effet radial, même en réalisant un puits à drains horizontaux, il est impossible de soutirer un tel débit, l'épaisseur des alluvions aquifères restantes étant pratiquement réduite à néant.

- Il convient d'autre part, de signaler que le débit disponible à l'emplacement du forage S2 testé en maille 15-19 serait limité à 210 m³/h avec une épaisseur d'alluvions mouillées restantes après correction d'écoulement radial égale à environ 3 m..

4. SYNTHESE DES RESULTATS

Les différents dispositifs de pompages testés au cours des simulations qui viennent d'être présentées permettent de dégager les commentaires suivants :

- les ressources en eau exploitables sur le secteur alluvial de la nappe entre Sierentz et Bartenheim par une ligne de puits entre la RN 66 et l'autoroute sont comprises entre 180 et 360 m³/h selon que l'on se place en conditions d'étiage sévère ou de moyennes eaux. Ce débit pourra être soutiré au moyen de 4 ouvrages à drains horizontaux ; par suite de l'interaction des puits entre eux, ce sont les 2 puits situés aux extrémités Nord et Sud qui fourniront près de 75 % du débit global. Avec seulement 3 ouvrages situés au maille 25-14, 30-15 et 32-17 le débit exploitable sera compris entre 170 et 330 m³/h.

- en ce qui concerne l'alimentation en eau de l'abattoir de Sierentz, deux cas peuvent être envisagés : soit utiliser le puits le plus au Nord du dispositif de pompage projeté par le Syndicat (ceci limitant évidemment le débit global exploitable par le Syndicat de St Louis), soit réaliser un ouvrage plus au Nord en maille 5-15 à 1,5 km au Sud-Ouest de Kembs.

- l'impact de tous les puits projetés pour le compte du Syndicat de Bartenheim d'exploiter les 2 puits actuels desservant cette localité à un débit de 110 m³/h (besoins futurs). Si l'on tient compte des contraintes liées aux conditions hydrogéologiques et au P.O.S de cette commune deux possibilités peuvent être envisagées.

- respecter les contraintes du P.O.S et déplacer les 2 puits actuels de 250 m à l'Ouest. Dans ce cas le débit disponible sera compris entre 60 et 110 m³/h.

- conserver l'emplacement actuel des 2 forages ce qui permettrait également, moyennant un puits à drains horizontaux, de prélever une centaine de m³/h en conditions hydrogéologiques moyennes et au minimum la moitié en étiage sévère ; mais ceci réduirait le débit exploitable en S2 d'environ 20 % car on s'en rapprocherait.

En résumé quel que soit le choix du site retenu pour les forages du Syndicat de Bartenheim il ne sera pas possible de prélever en conditions de basses eaux sévères les 100 m³/h nécessaires d'ici une vingtaine d'années, à moins de diminuer d'au moins 50 m³/h les débit projetés par le Syndicat de St Louis.

Ainsi le débit global exploitable sur l'ensemble du secteur alluvial au Sud et au Nord de Bartenheim-la-Chaussée est au minimum (étiage) de 1100 m³/h (26.000 m³/jour) et en moyenne de 1300 m³/h (32000 m³/jour).

Il convient enfin de mentionner que la zone d'emprunt des forages projetés au Nord de Bartenheim s'étendra pratiquement sur toute la plaine à l'Ouest de la D 458 entre Sierentz et Bartenheim.

CONCLUSIONS

L'étude hydrodynamique du secteur alluvial de la nappe dans le secteur compris entre Sierentz et Bartenheim a permis de préciser :

- les ressources en eau exploitables dans ce secteur avec un dispositif de pompage le plus approprié.

- l'impact de ces puits projetés sur les forages existants.

a) En réalisant 3 centres de pompages le débit exploitable sera compris entre :

- 170 m³/h : étiage sévère de la nappe sans apport des pluies ou des ruisseaux du Sundgau,
- et 330 m³/h : conditions hydrogéologiques moyennes;

L'augmentation du nombre de captages sur ce secteur n'augmente pas beaucoup les débits prélevables (180 / 360 m³/h avec 4 puits).

b) En ce qui concerne l'approvisionnement en eau futur abattoir de Sierentz, le débit de 100 m³/h pourra être soutiré dans un secteur situé à 1,5 km au Sud-Ouest de Kembs.

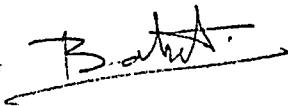
c) La réalisation de tous les ouvrages projetés par le Syndicat de St Louis ne permettra pas au Syndicat de Bartenheim de prélever un débit de 110 m³/h nécessaire d'ici une vingtaine d'années. En effet, quel que soit le site retenu pour les forages de ce syndicat, le débit disponible sera compris entre 50 et 100 m³/h.

Dans ces conditions, l'assurance de ce débit de 110 m³/h en période d'étiage pour le syndicat de Bartenheim se fera au détriment d'au moins 50 m³/h sur les puits projetés du Syndicat de St Louis (Puits S2, ou puits juste au Nord de Bartenheim la Chaussée) :

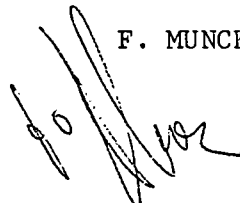
Ainsi, le débit global disponible dans ce secteur alluvial au Nord et au Sud de Bartenheim la Chaussée est estimé à 26.000 m³/jour en étiage et 32.000 m³/jour en moyenne.

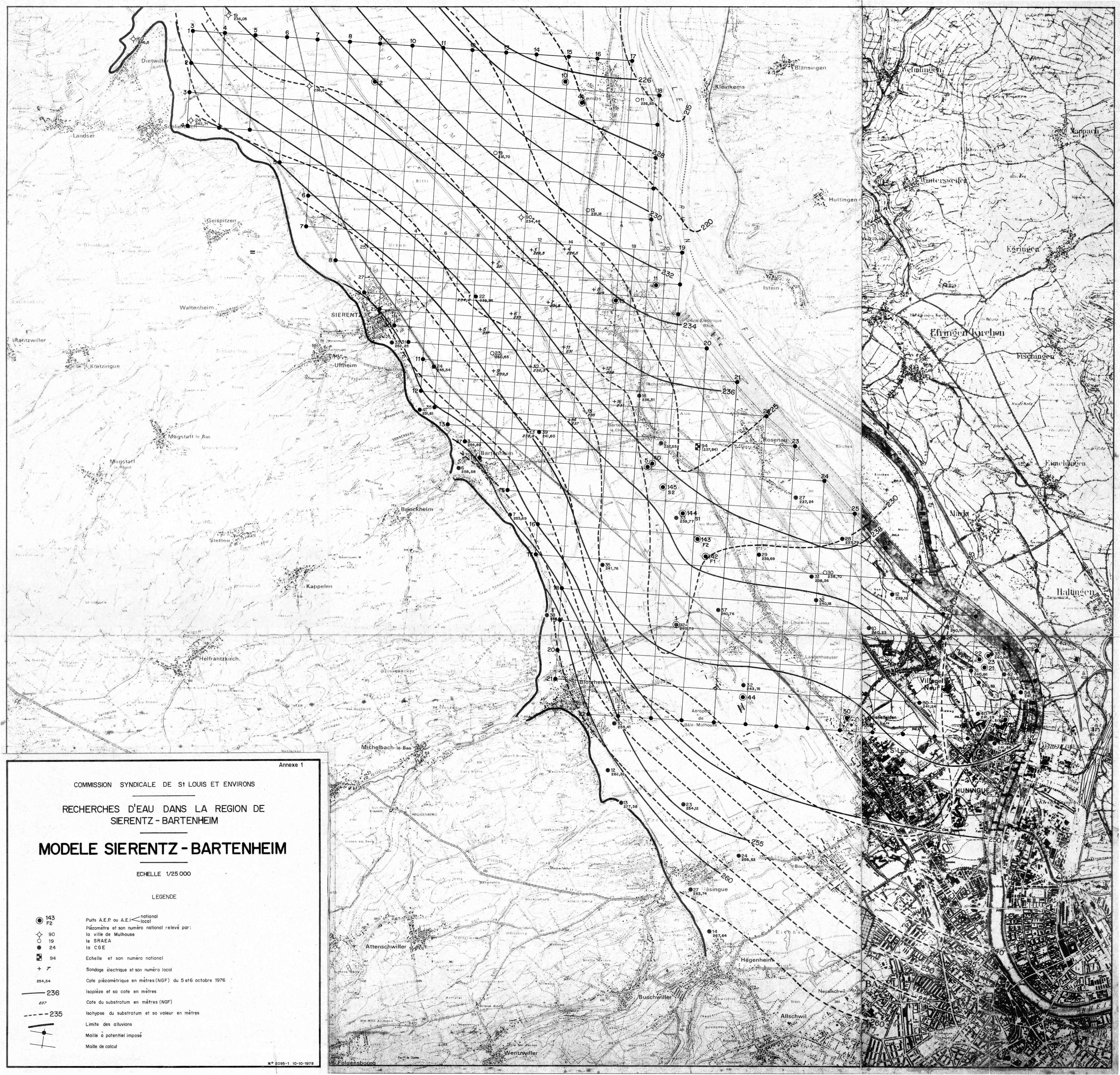
La zone d'emprunt de tels pompages s'étendra de l'aérodrome au Sud à Sierentz au Nord, et des pieds des collines à l'Ouest au Canal de Huningue à l'Est.

L'Ingénieur chargé d'étude

po. 
G. KREBS

Le Directeur du Service
Géologique Régional Alsace


F. MUNCK



Annexe 1

COMMISSION SYNDICALE DE ST LOUIS ET ENVIRONS

RECHERCHES D'EAU DANS LA REGION DE
SIERENTZ - BARTENHEIM

MODELE SIERENTZ - BARTENHEIM

ECHELLE 1/25 000

LEGENDE

- 143 F2 Puits A.E.P. ou A.E.I. national
- 90 Piezomètre et son numéro national relevé par la ville de Mulhouse
- 19 la SRAEA
- 24 la CGE
- 94 Echelle et son numéro national
- + 7 Sondage électrique et son numéro local
- 254,54 Cote piézométrique en mètres (NGF) du 5 et 6 octobre 1976
- 236 Isopièze et sa cote en mètres
- 237 Cote du substratum en mètres (NGF)
- 235 Isohypse du substratum et sa valeur en mètres
- Limite des alluvions
- Maille à potentiel imposé
- Maille de calcul

COMMISSION SYNDICALE DE
St LOUIS HUNINGUE ET ENVIRONS

ETUDE DES RESSOURCES EN EAU
SECTEUR SIERENTZ-BARTENHEIM

CARACTERISTIQUES GENERALES DU MODELE VAL

CARACTERISTIQUES GENERALES DU MODELE MATHEMATIQUE "VAL"

TYPE DE MODELE : Modèle mathématique hydrogéologique de simulation des aquifères en régime permanent et transitoire. Possibilité de représenter :

- un aquifère captif (ou assimilable) en plan,
- un aquifère libre en plan,
- un aquifère en coupe verticale, avec calcul automatique de la surface libre, s'il y a lieu,
- un aquifère multicouche.

EQUATIONS UTILISEES : Trois équations disponibles :

- équation des nappes captives : transmissivités ponctuelles, directionnalisées par calcul de la moyenne harmonique des valeurs ponctuelles contigües,
- équation des nappes libres : prise en compte de la cote du substratum, perméabilités ponctuelles,
- équation comportant des transmissivités directionnelles, permettant de prendre en compte les dimensions des mailles (maillage rectangulaire ou curviligne) et l'anisotropie des terrains (cas des coupes verticales).

METHODE DE CALCUL : Résolution de l'équation aux différences finies. Calcul itératif par point. Utilisation optionnelle du calcul par ligne pour les nappes captives en régime permanent. Méthode de GAUSS - SEIDEL ou surrelaxation. Equation totalement implicite en régime transitoire. Imposition d'une épaisseur minimum d'aquifère pour les nappes libres. Procédures de prévision des potentiels pour l'accélération du calcul en régime transitoire.

DISCRETISATION DE L'ESPACE : Possibilités différentes selon l'équation choisie :

- équation comportant des transmissivités ou des perméabilités ponctuelles :
Maillage carré. Possibilité d'implanter dans le domaine simulé des sous-domaines rectangulaires ou carrés, concentriques ou séparés,

constitués de mailles de dimensions différentes. Rapport de taille entre les mailles de deux parties contigües déterminé par l'usager.

- équation comportant des transmissivités directionnelles :

Maillage carré ; maillage rectangulaire régulier ou varié, ou maillage curviligne , les dimensions de chaque élément étant intégrées dans la valeur de transmissivité.

DISCRETISATION DU TEMPS EN REGIME TRANSITOIRE : Pas de temps de durée uniforme ou variable (multiples d'un pas de temps unitaire).

PROCEDURES SPECIALES

- Procédure de calcul automatique des transmissivités sur tout ou partie du domaine (calage automatique).
- Liaison avec la banque de données du S G A L, permettant une entrée automatique des valeurs actualisées, grâce aux programmes CARØ de cartographie automatique.
- Connexion avec le modèle "CHI" de calcul de la propagation des polluants.
- Relation avec le réseau hydrologique superficiel (rivières, étangs).
- Connexion avec les aquifères voisins par drainance.
- Possibilité d'introduire des procédures spéciales au cours du calcul en régime transitoire, avec aiguillage par DATSW.

FACILITES D'EMPLOI : Grande commodité d'utilisation du modèle, par une automatisation très poussée des procédures permettant une grande souplesse d'emploi et une parfaite sécurité. Tous les risques d'erreur accidentelle sont éliminés avec rectification permettant la poursuite de l'exécution (dans la mesure du possible) et impression d'un message d'avertissement :

- le type de chaque maille doit être défini par un code : toute incompatibilité est éliminée,
- chaque paramètre (transmissivité, débit, etc...) est défini par un symbole au niveau de la lecture des données ou de l'écriture des résultats : les symboles erronés sont écartés,

- les incompatibilités des valeurs sont éliminées (exemple : transmissivités nulle sur une maille aquifère),
- etc...

MISE EN OEUVRE

- Langage de programmation FORTRAN IV.
- Ordinateur utilisé : mise au point et exploitation sur l'IBM 3/12 du S.G.A.L.
- Utilisation d'un fichier sur disque pour le stockage des données et des résultats (fichier VAL), sans opérations de lecture-écriture sur disque pendant le calcul : grande souplesse d'utilisation du modèle (en particulier interruption possible à tout moment, sans nécessité de reprendre l'ensemble du travail) avec des temps d'exécution relativement rapides.
- Réduction de la taille mémoire nécessaire par utilisation de trois procédures d'OVERLAY combinées de façon optimale :
 - . charges-mémoires chaînées ou non par instructions INVØKE (modules VAL1 à VAL21),
 - . procédure d'OVERLAY automatique pour la superposition en mémoire des sous-programmes,
 - . instructions EQUIVALENCE.

Mémoire utilisable de 40 K octets pour un domaine de 1600 mailles.

- Temps d'exécution :
de 12 à 31 secondes par itération pour 500 mailles de calcul, selon l'équation utilisée.
- Programmation : J.P. VANÇON
- Equipe de modélisation : J.P. VANÇON, G. KREBS.

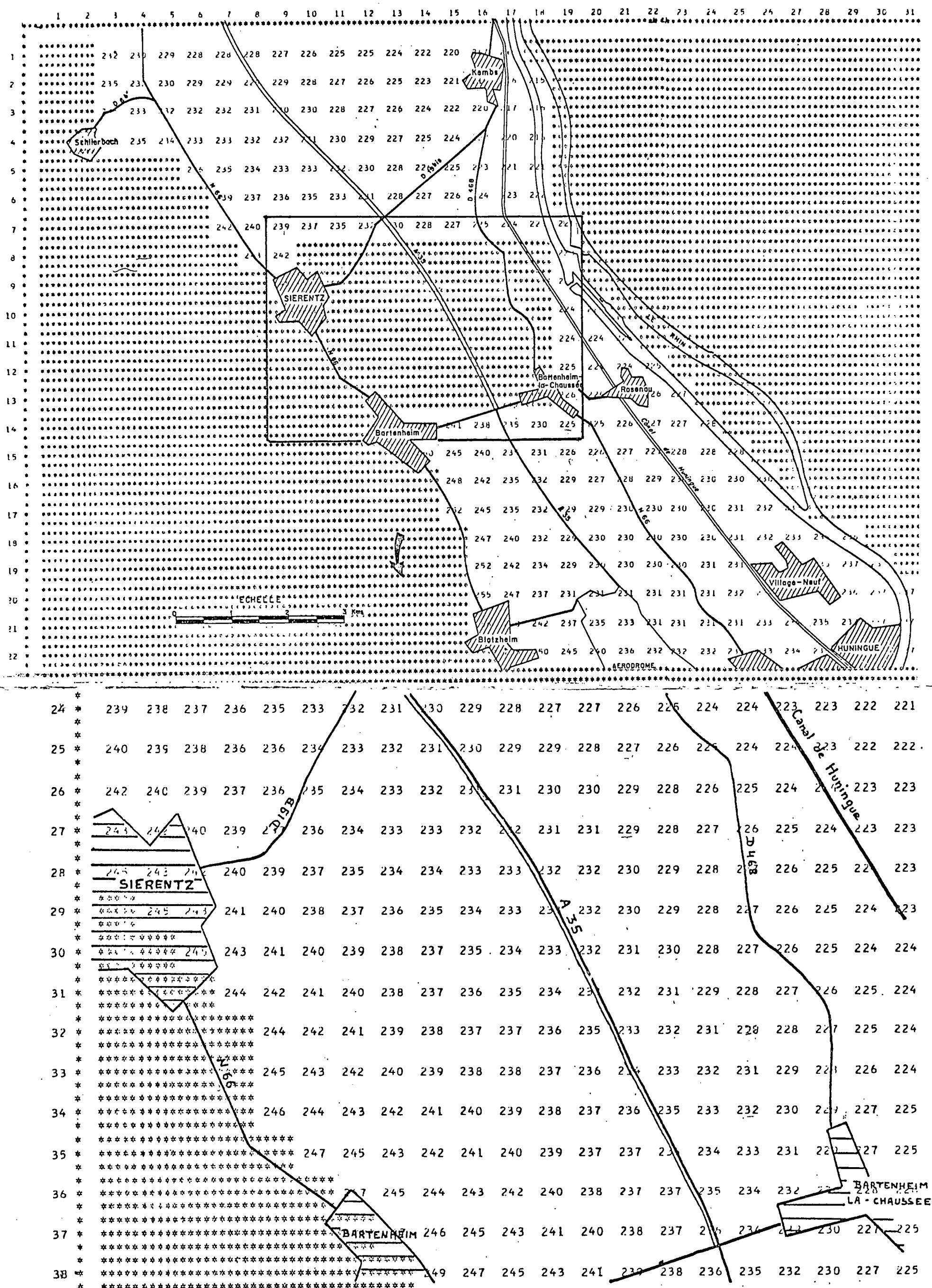
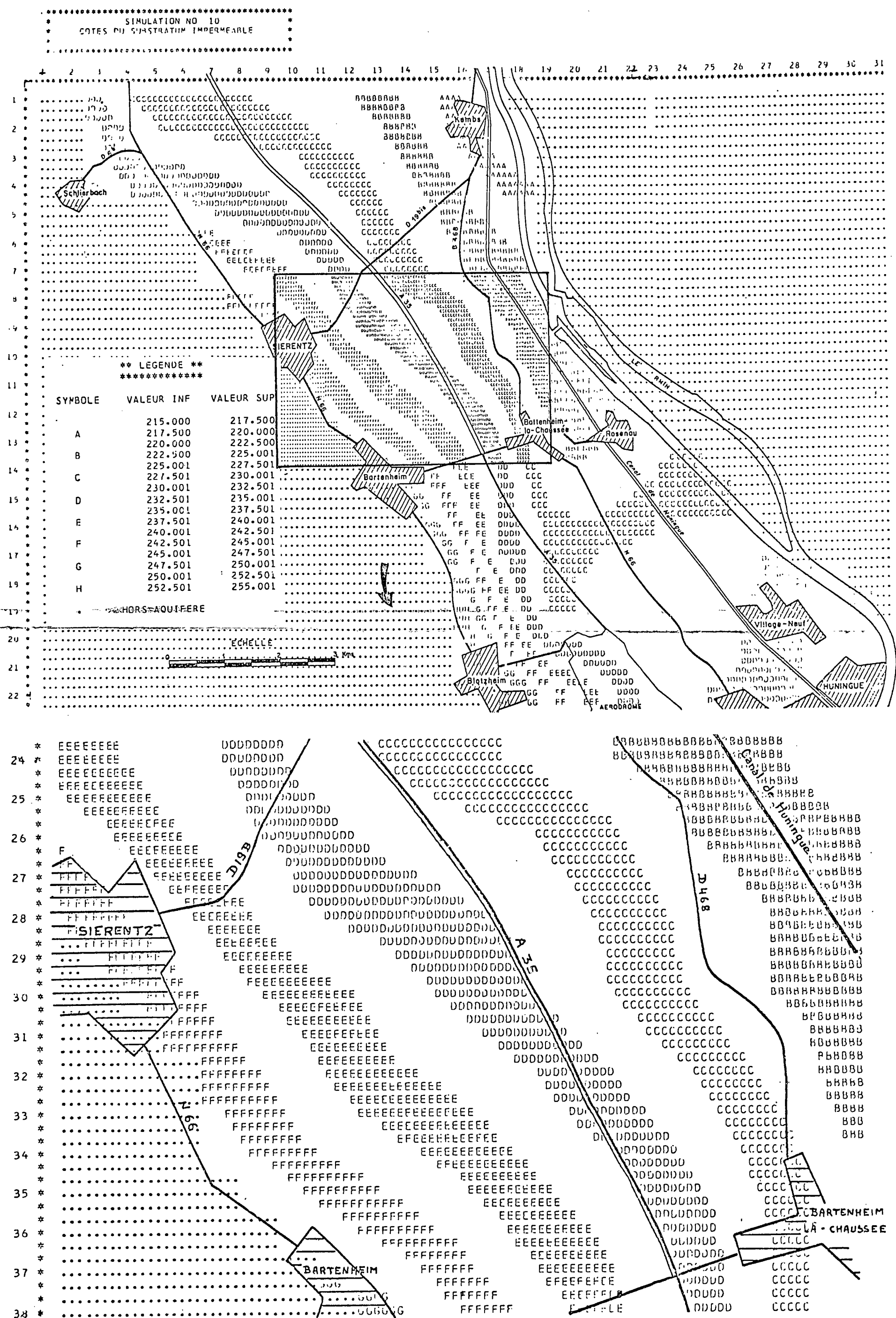
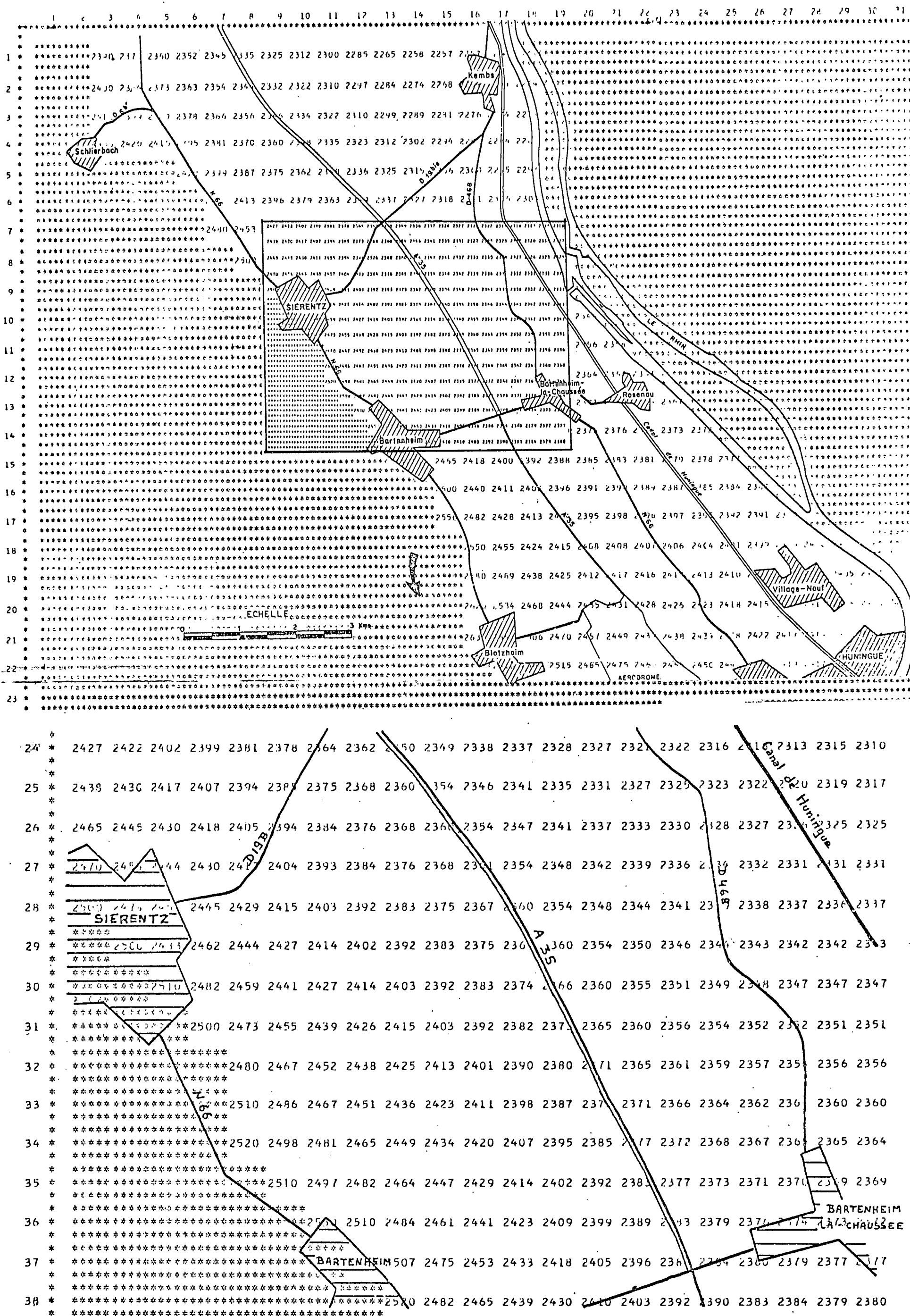
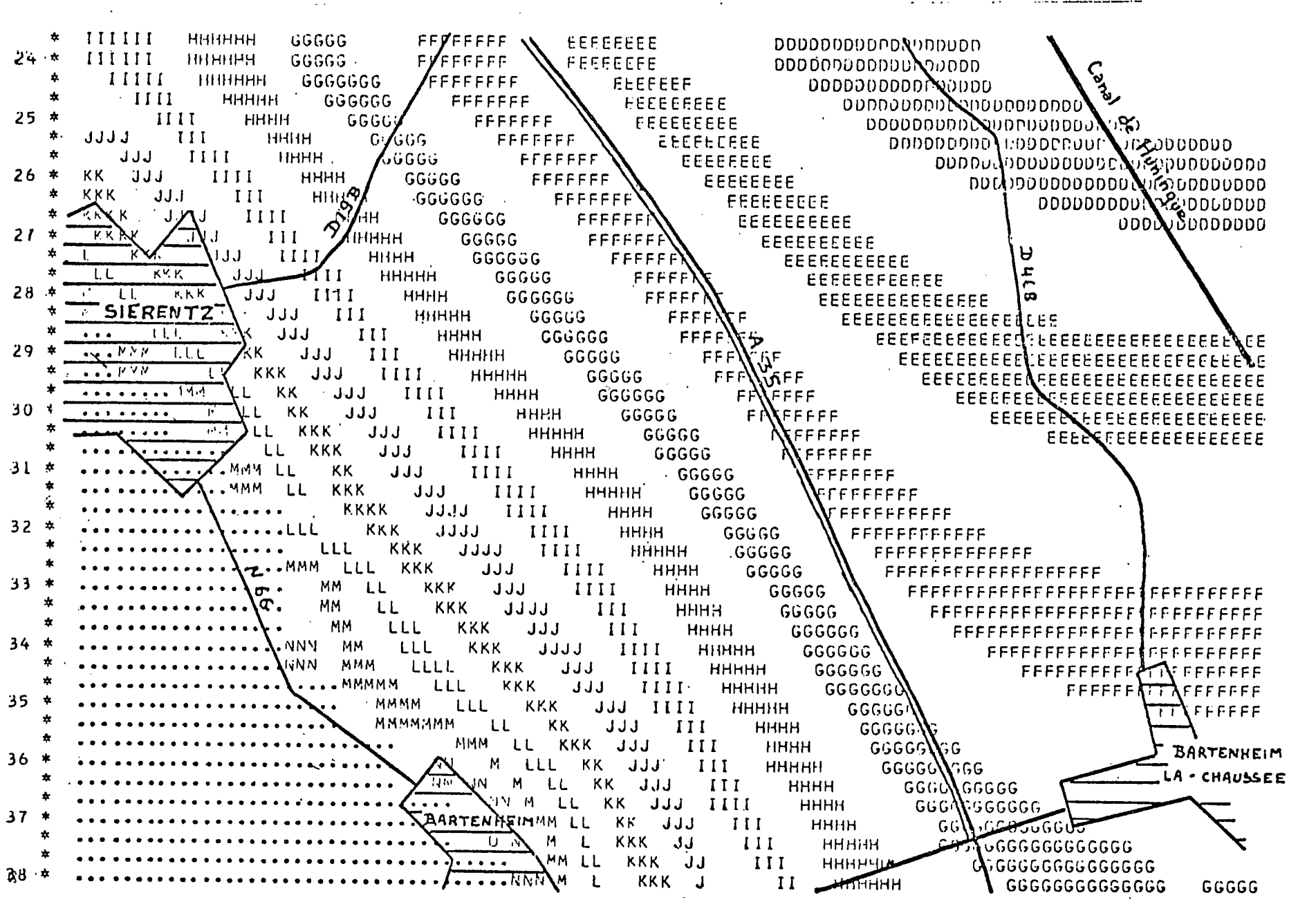
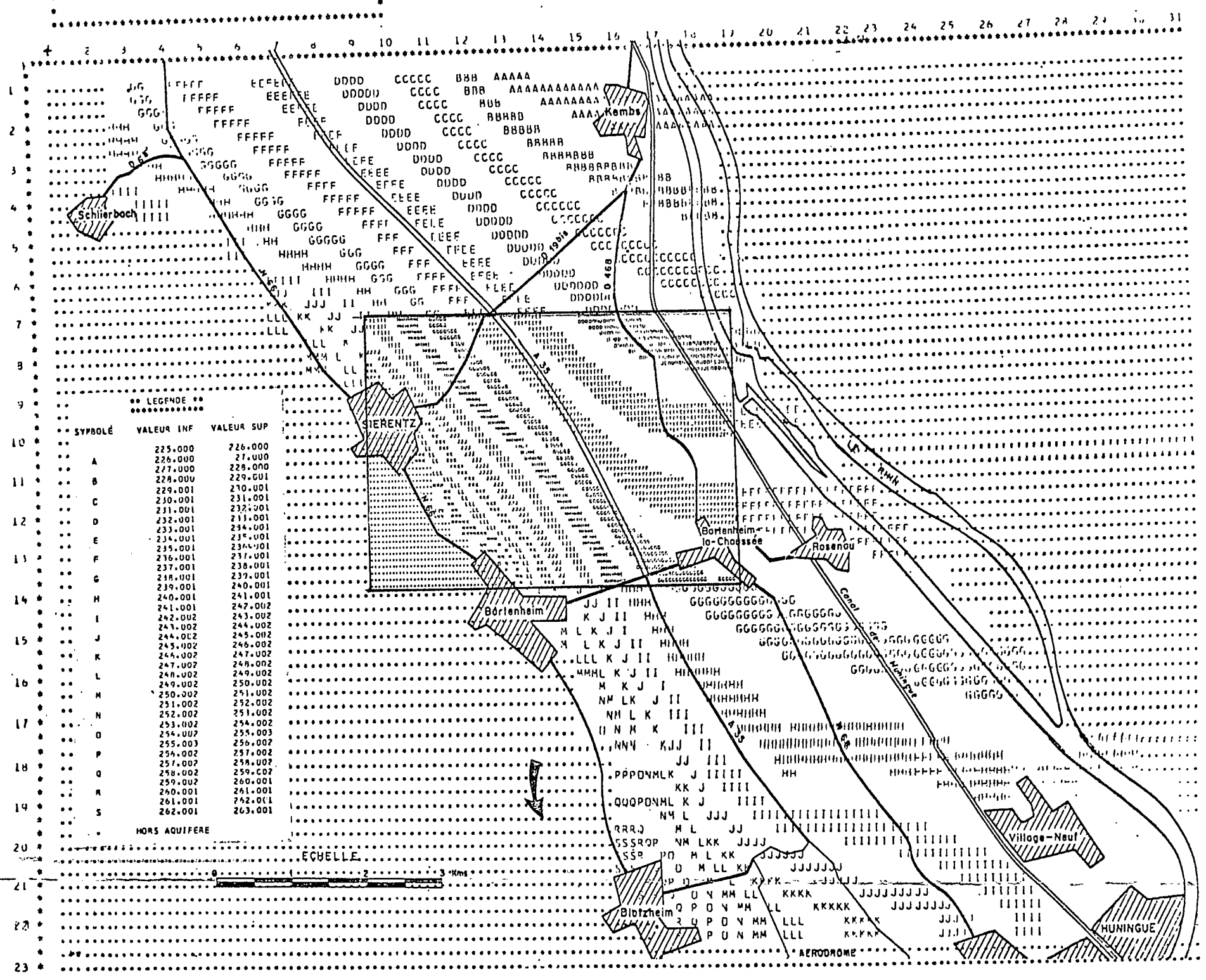


Fig. 2

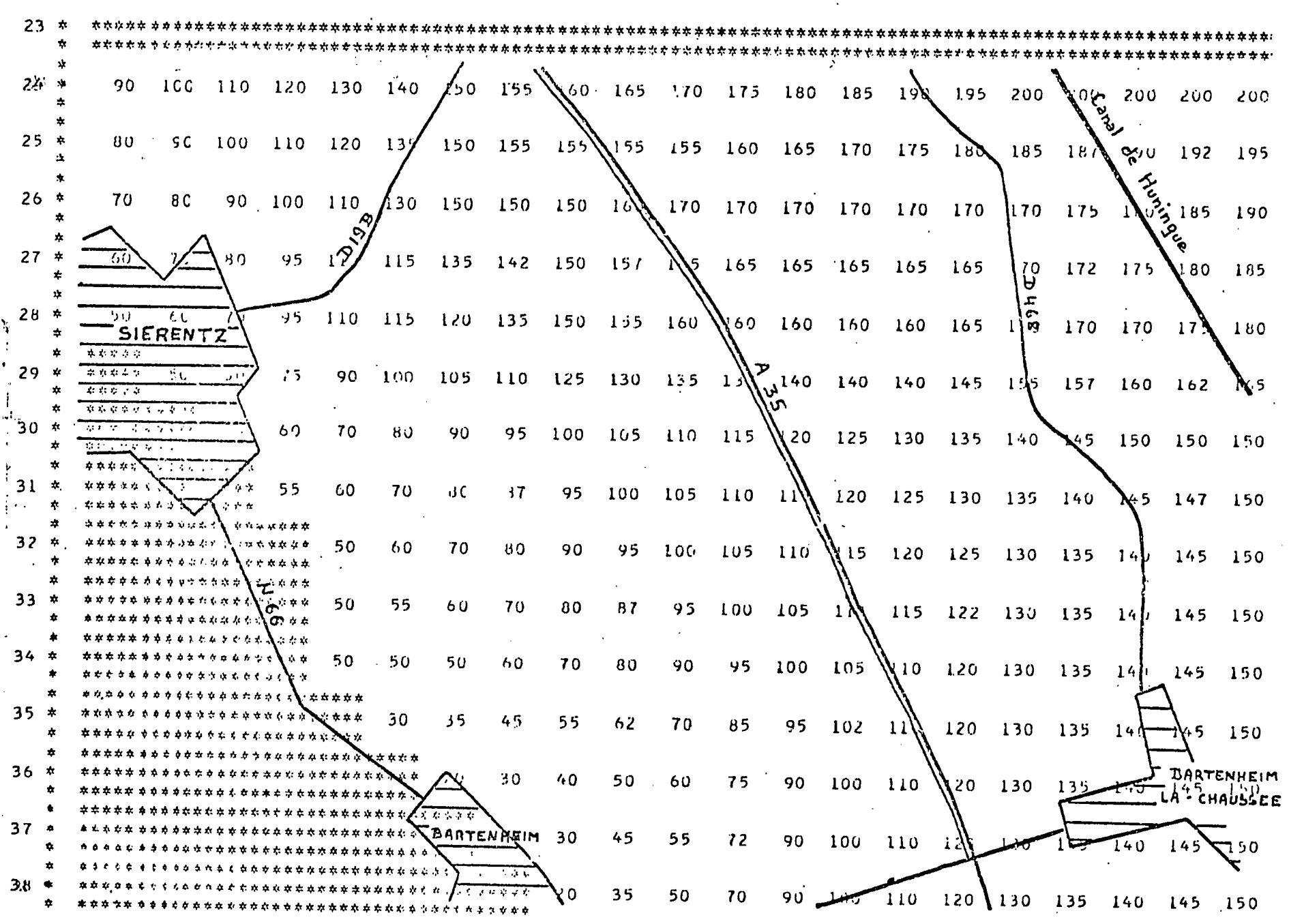
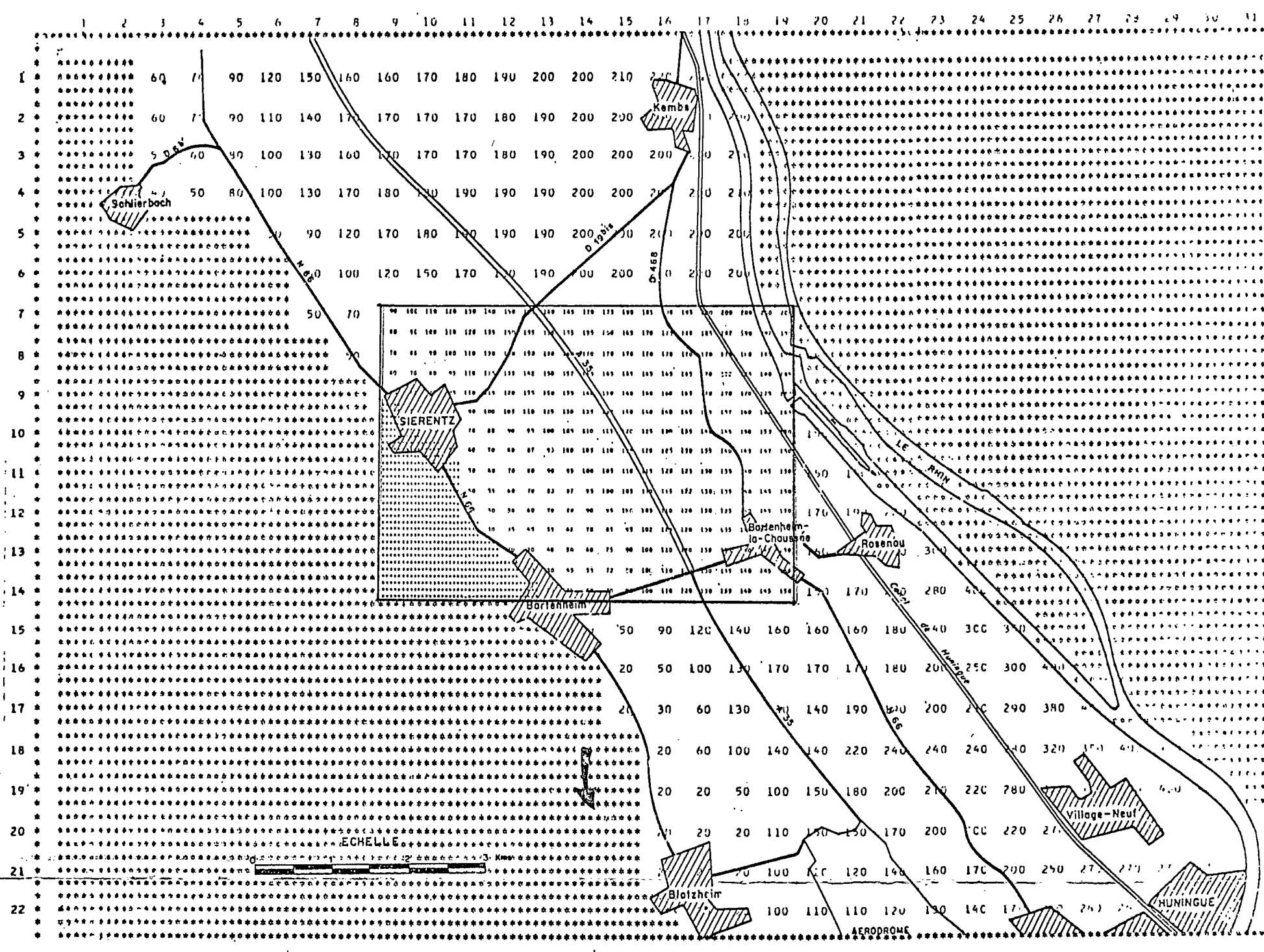


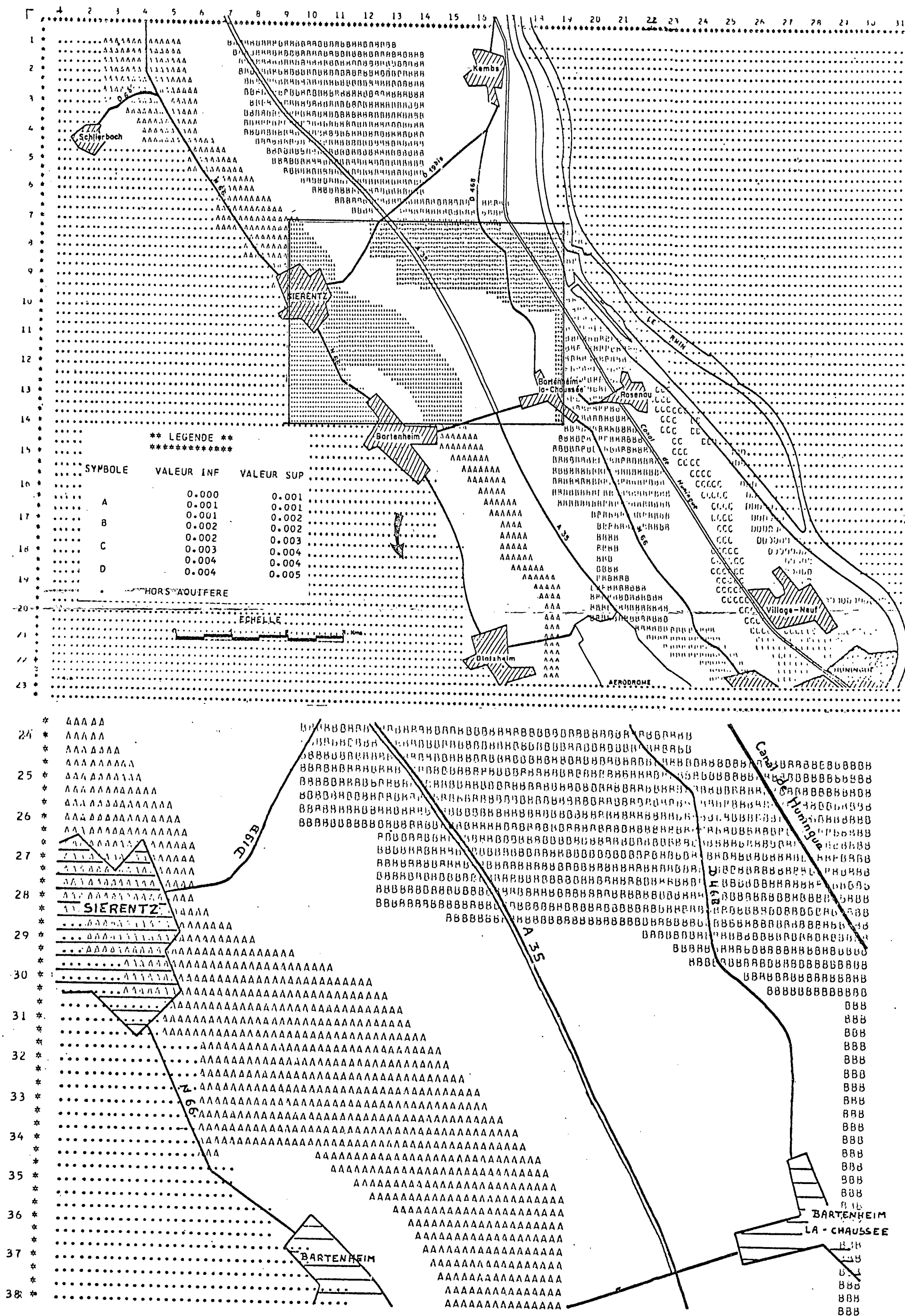




 SIMULATION NO 10
 PERMEABILITES
 F4-10-5 M/S

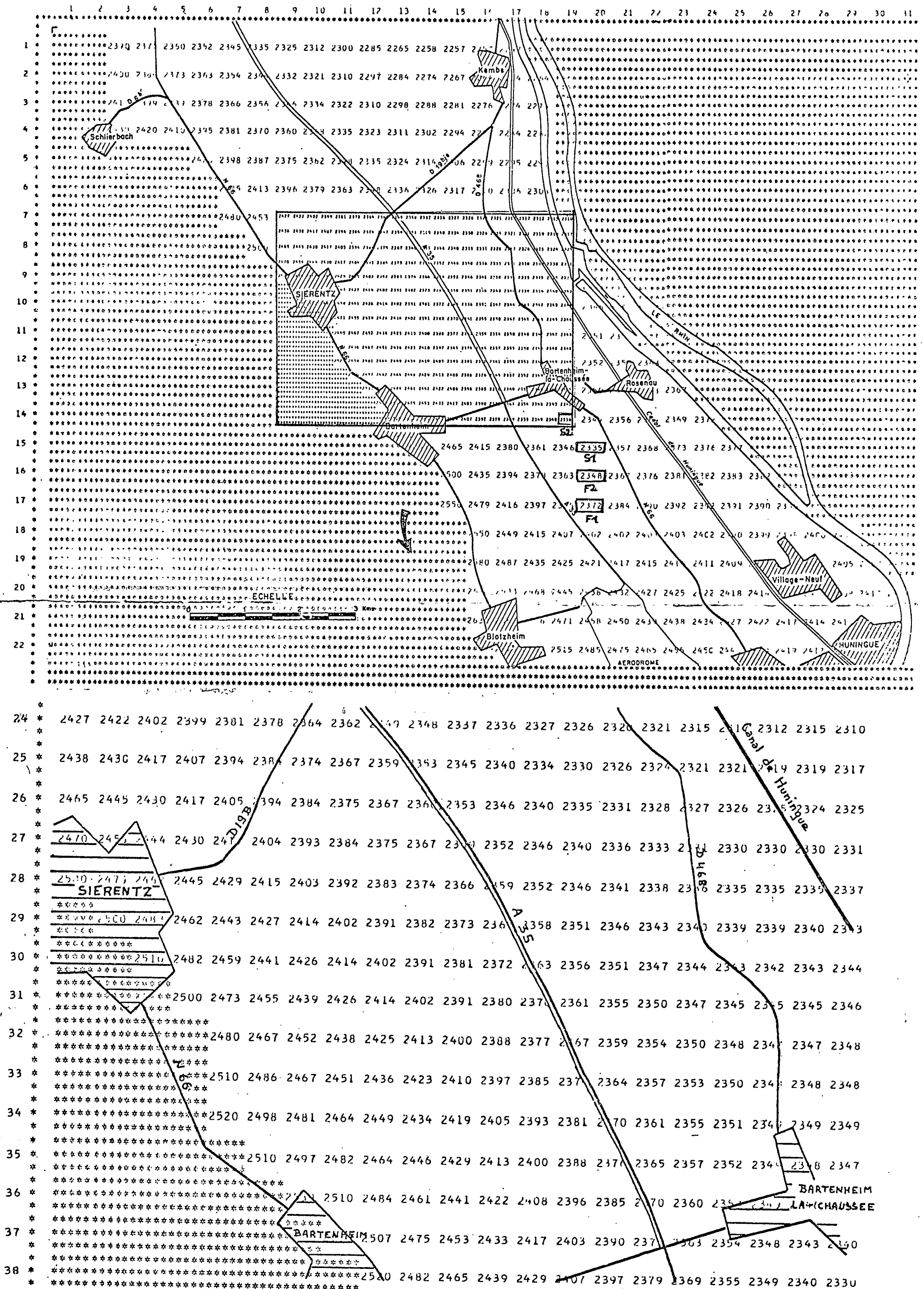
Fig.5



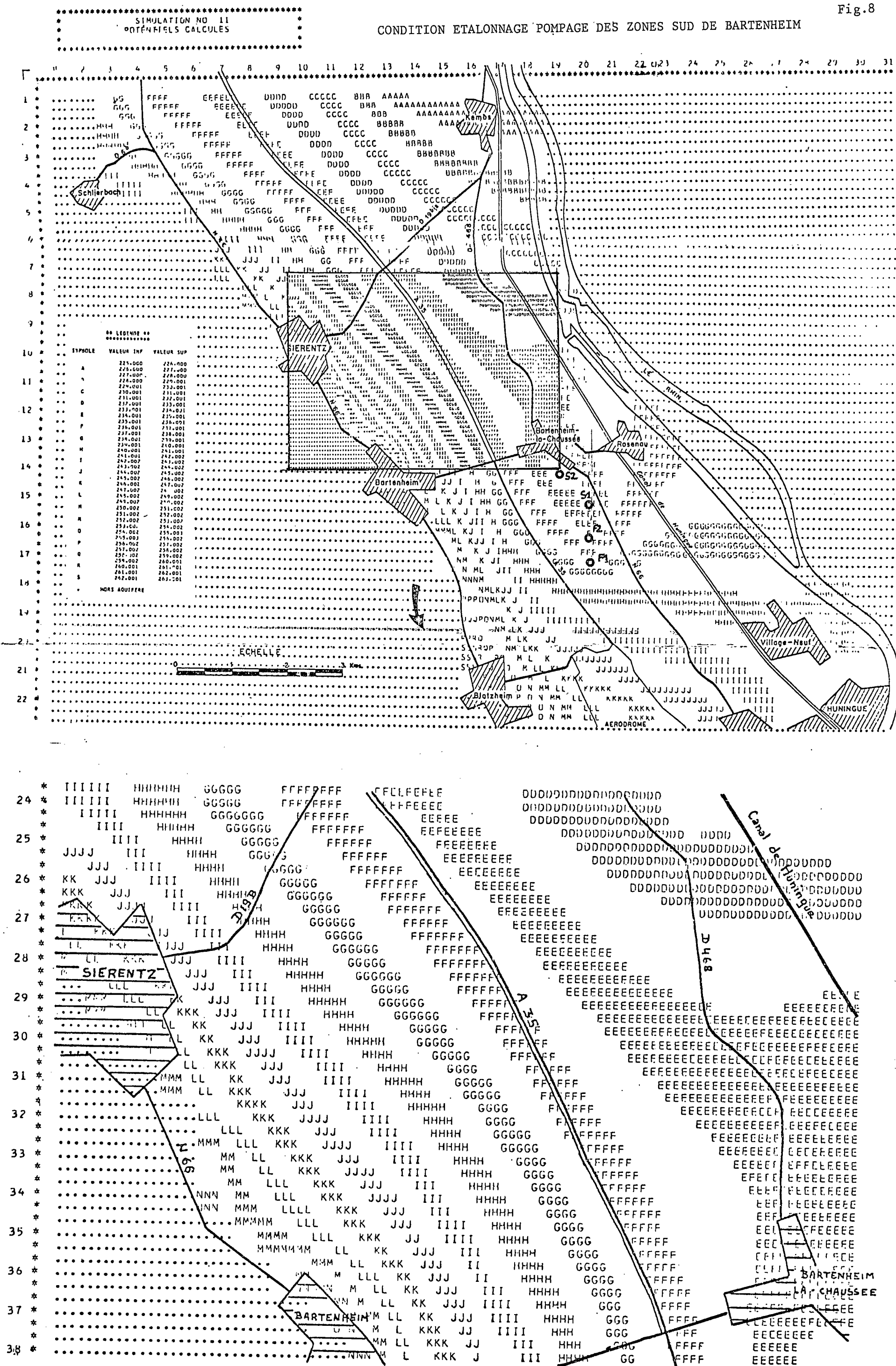


 * SIMULATION NO 11 *
 * POTENTIELS CALCULES *
 * EN METRES *

Fig.7



12



SIMULATION NO 18
POTENTIALS CALCULES
EN METRES

Fig. 9

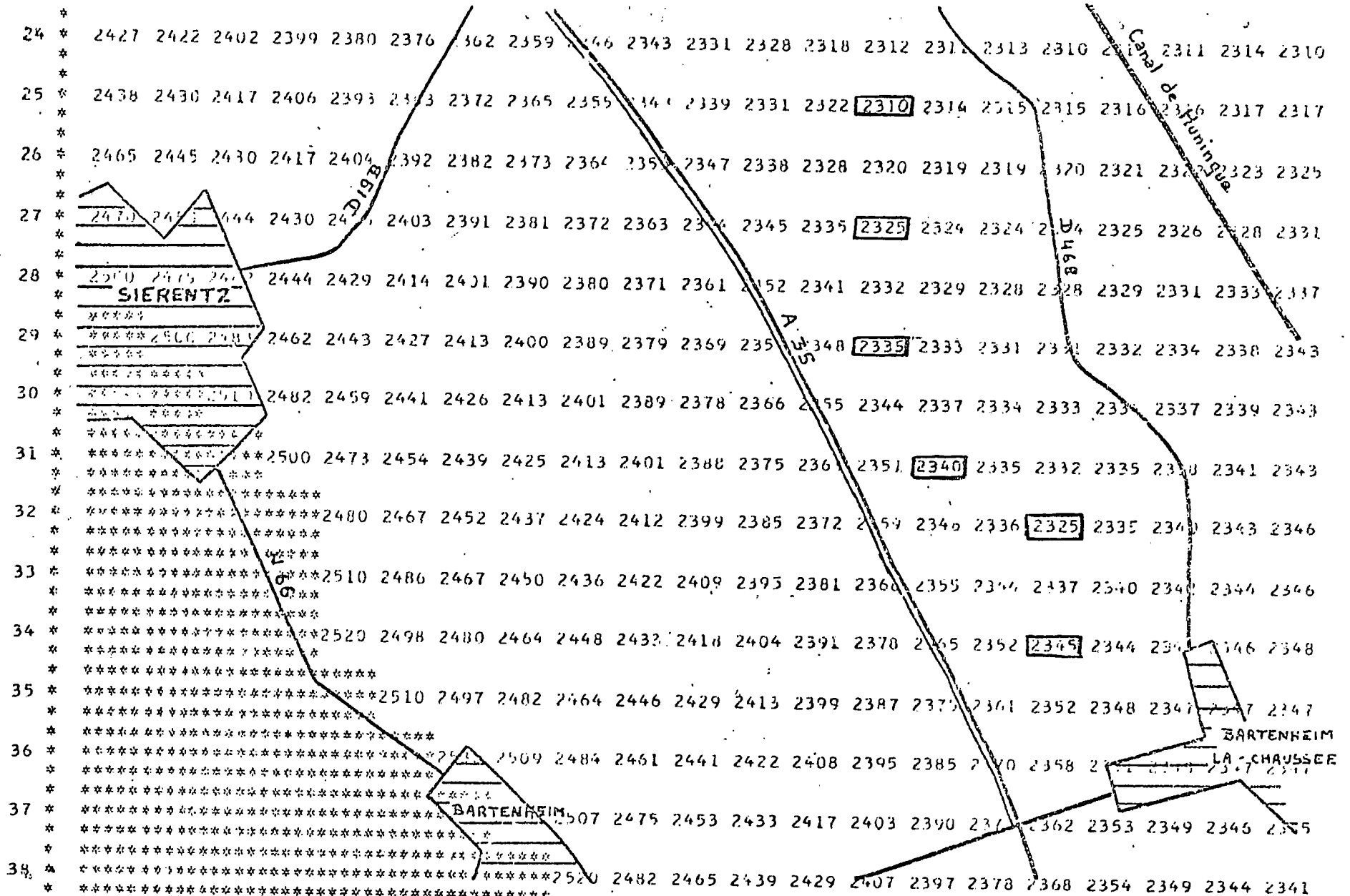
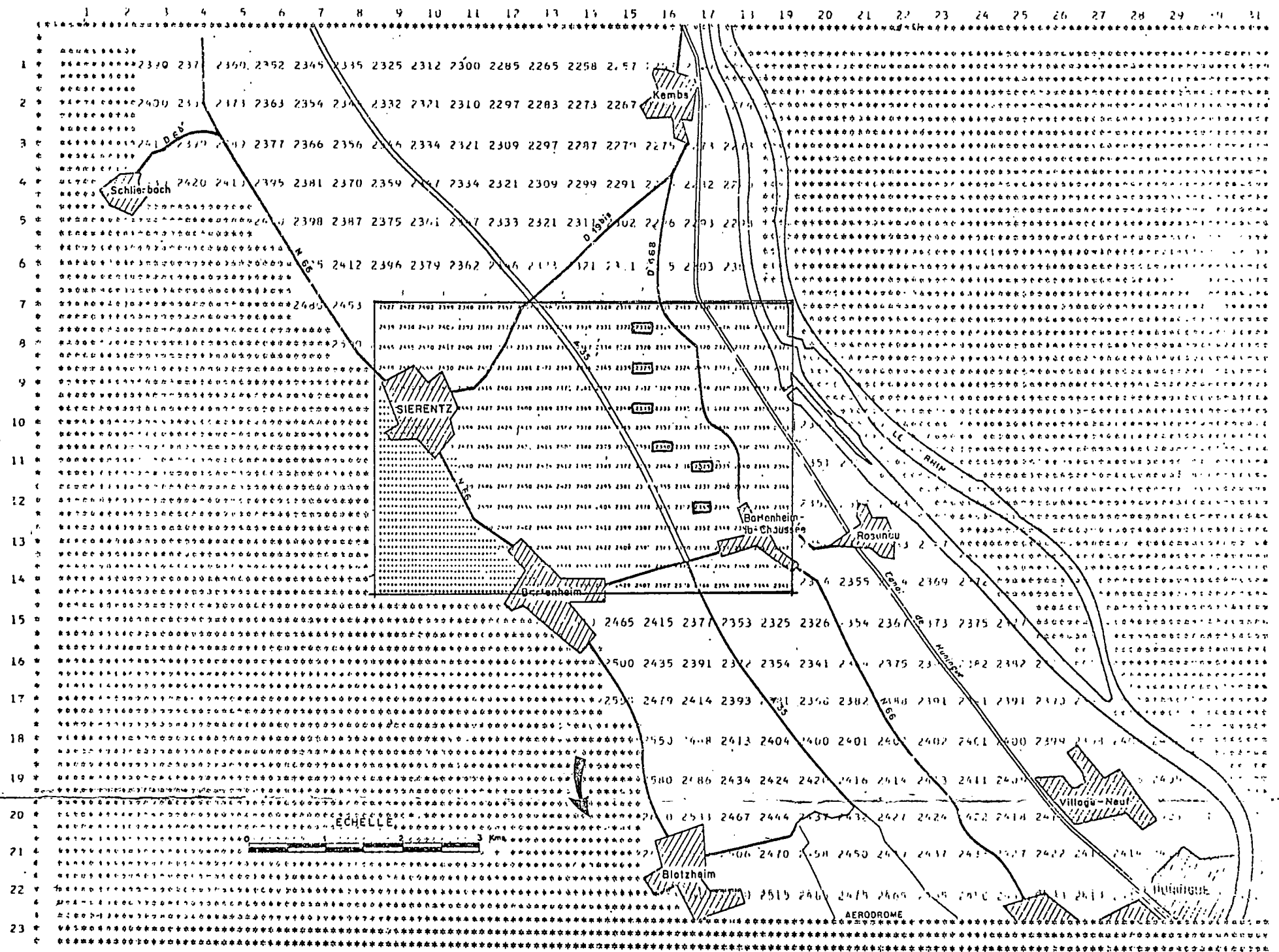


Fig. 10

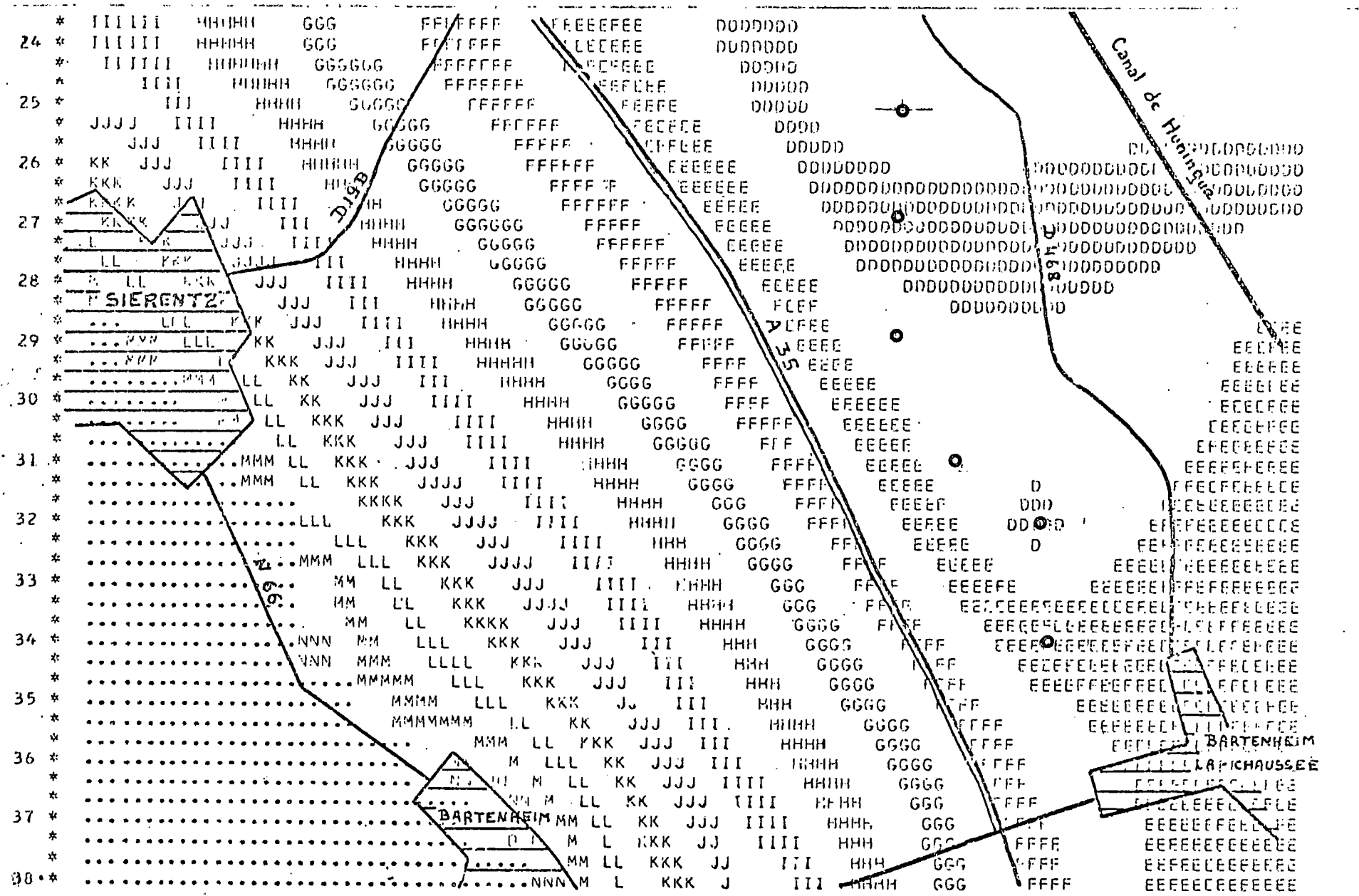
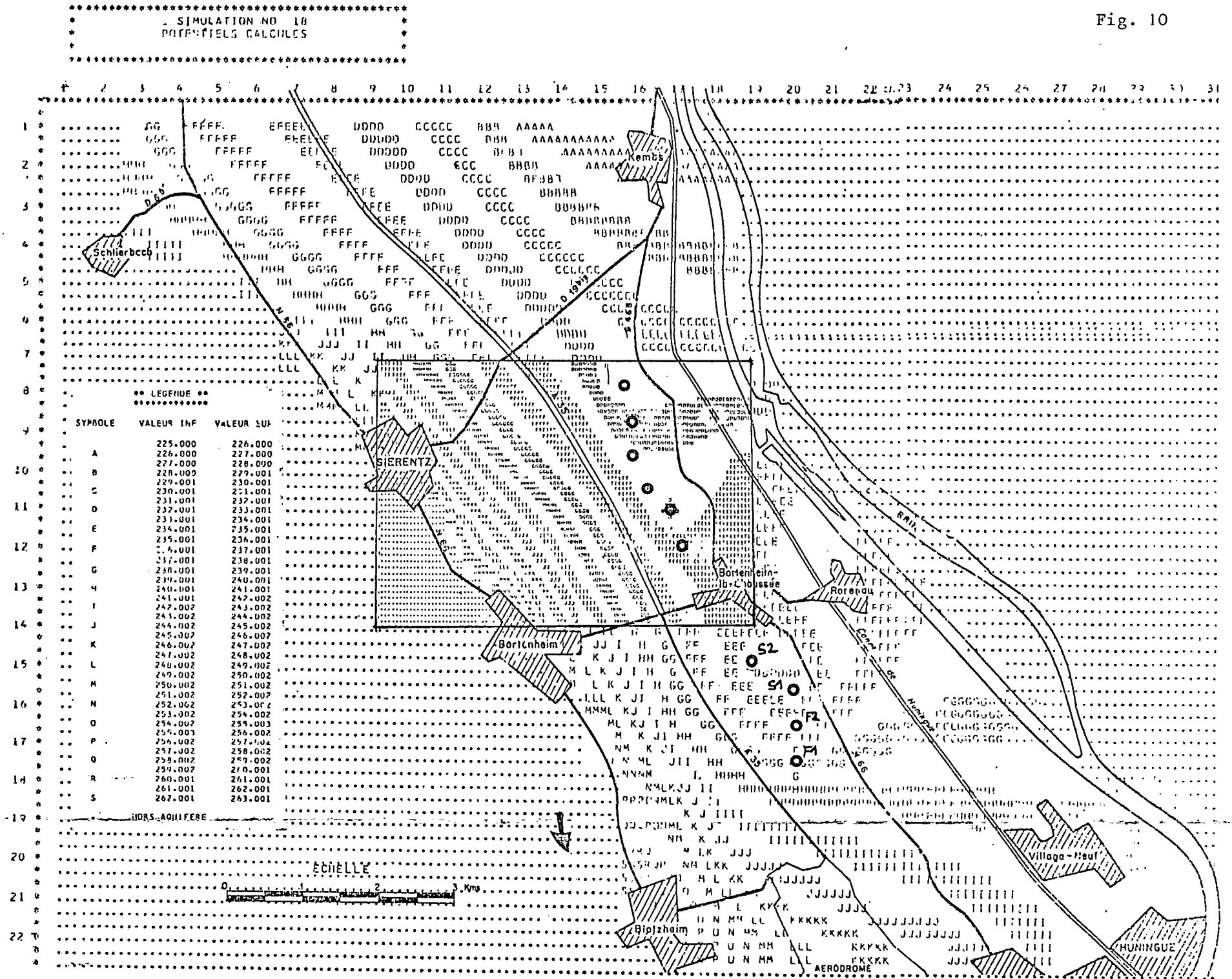
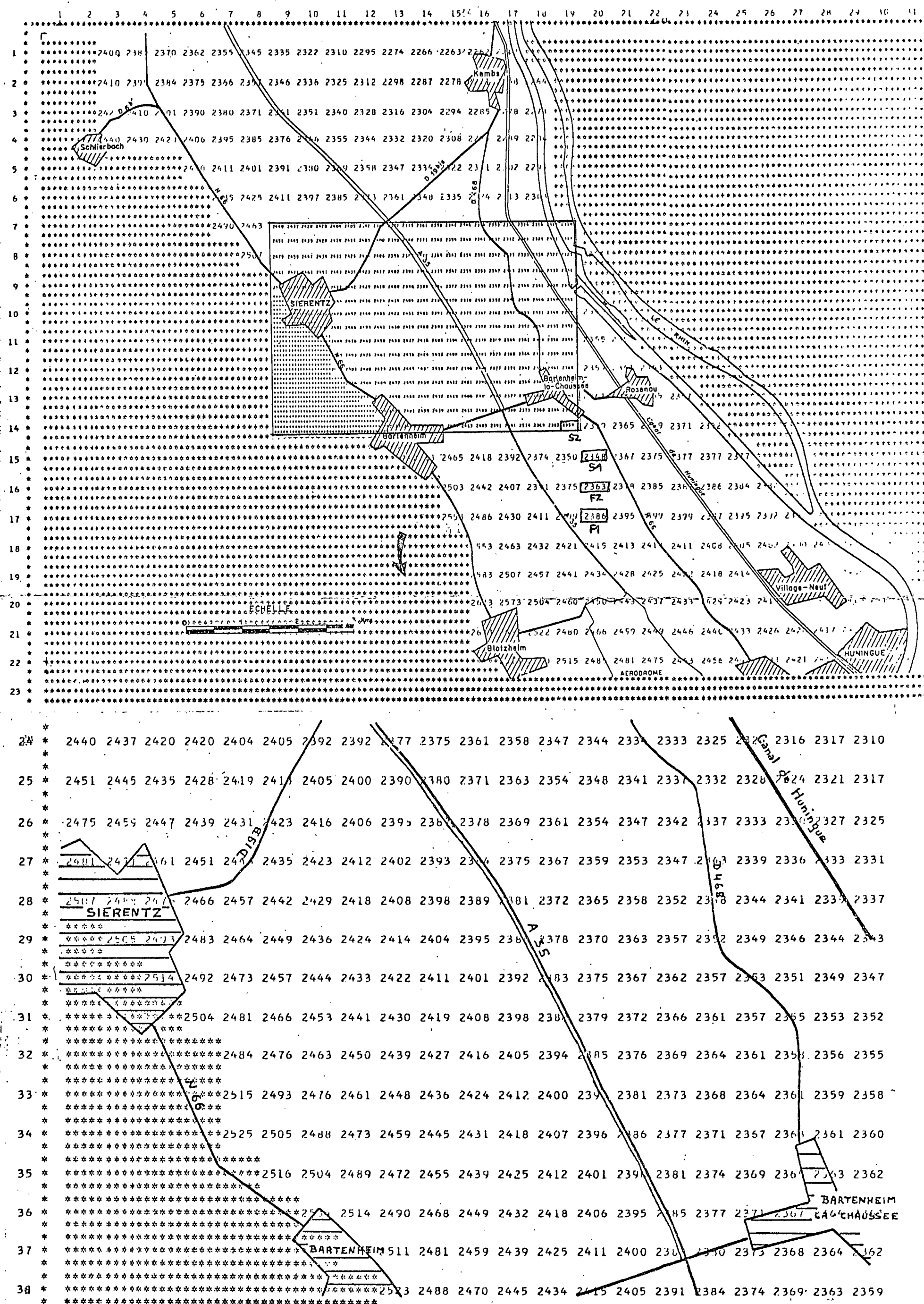
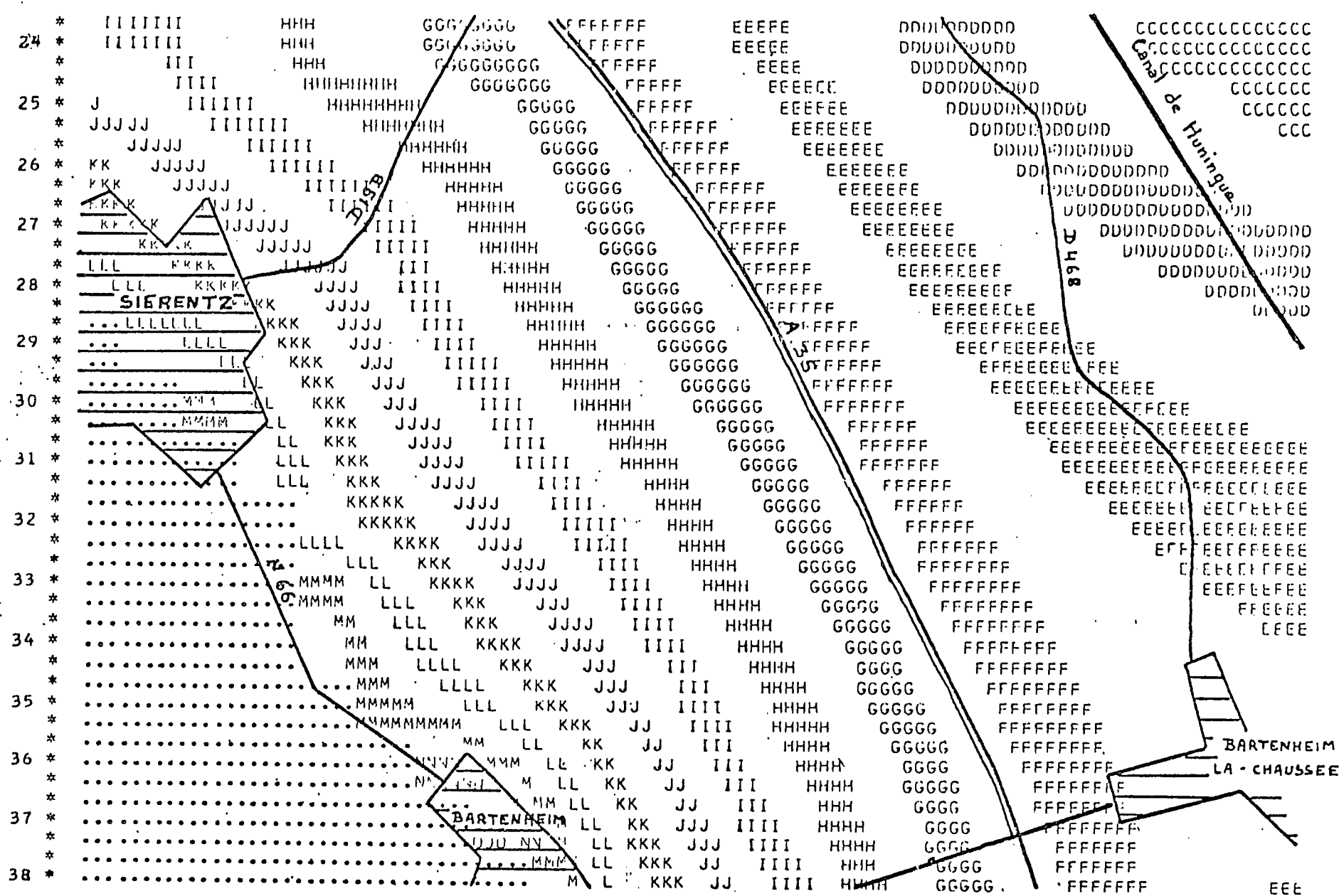
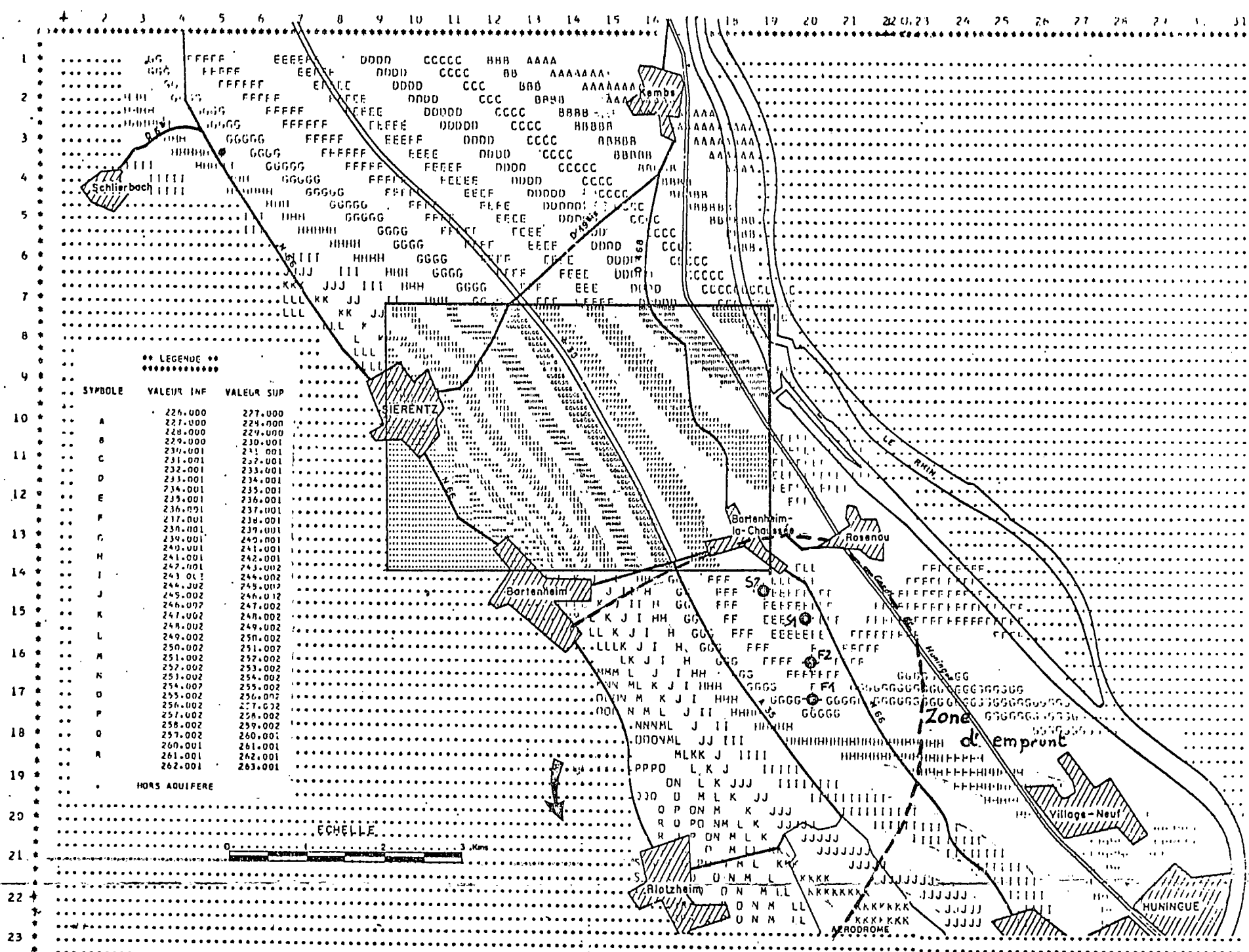


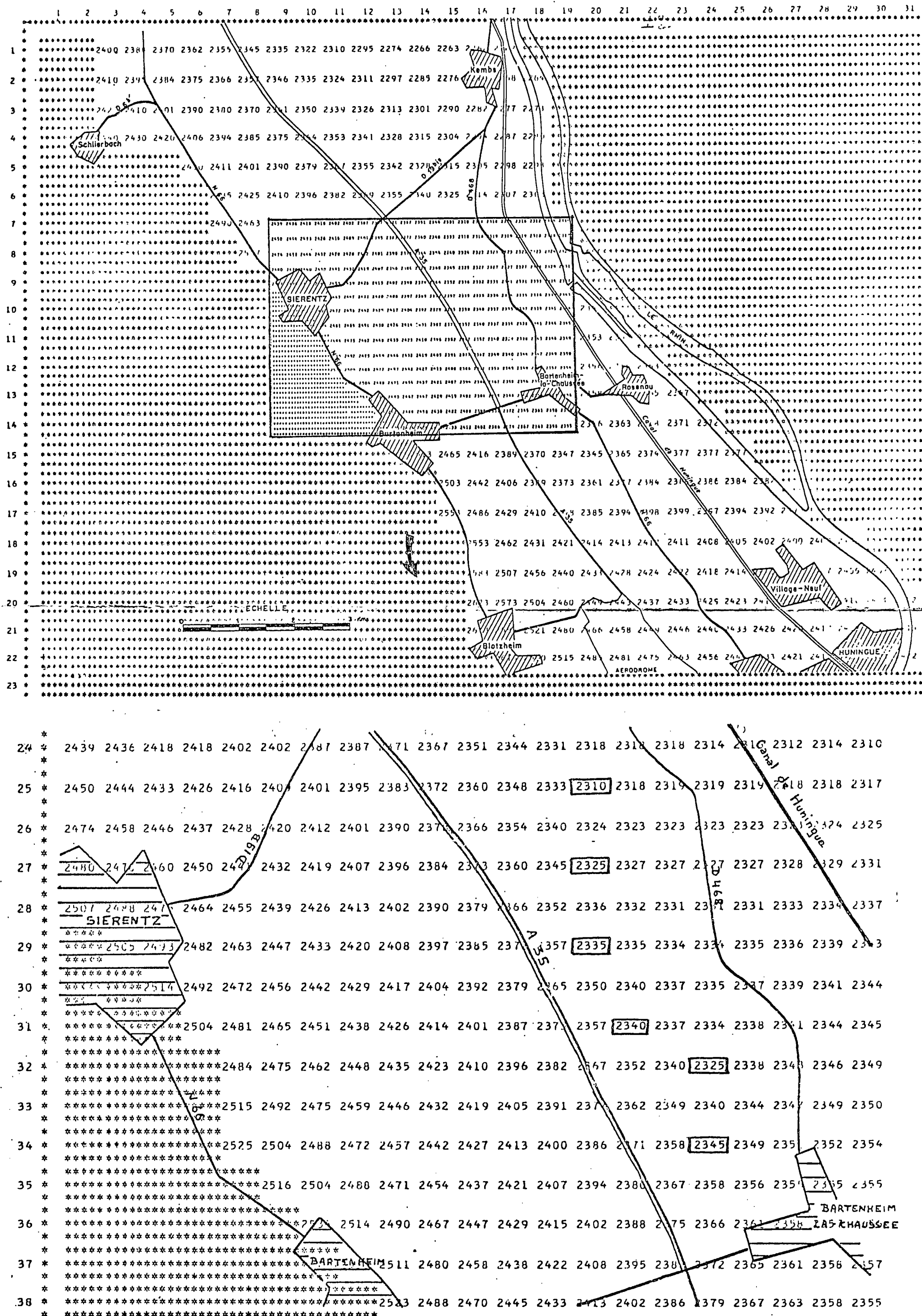
Fig. 11





SIMULATION NO 20
POTENTIELS CALCULES
EN USCIMETRES

Fig. 13



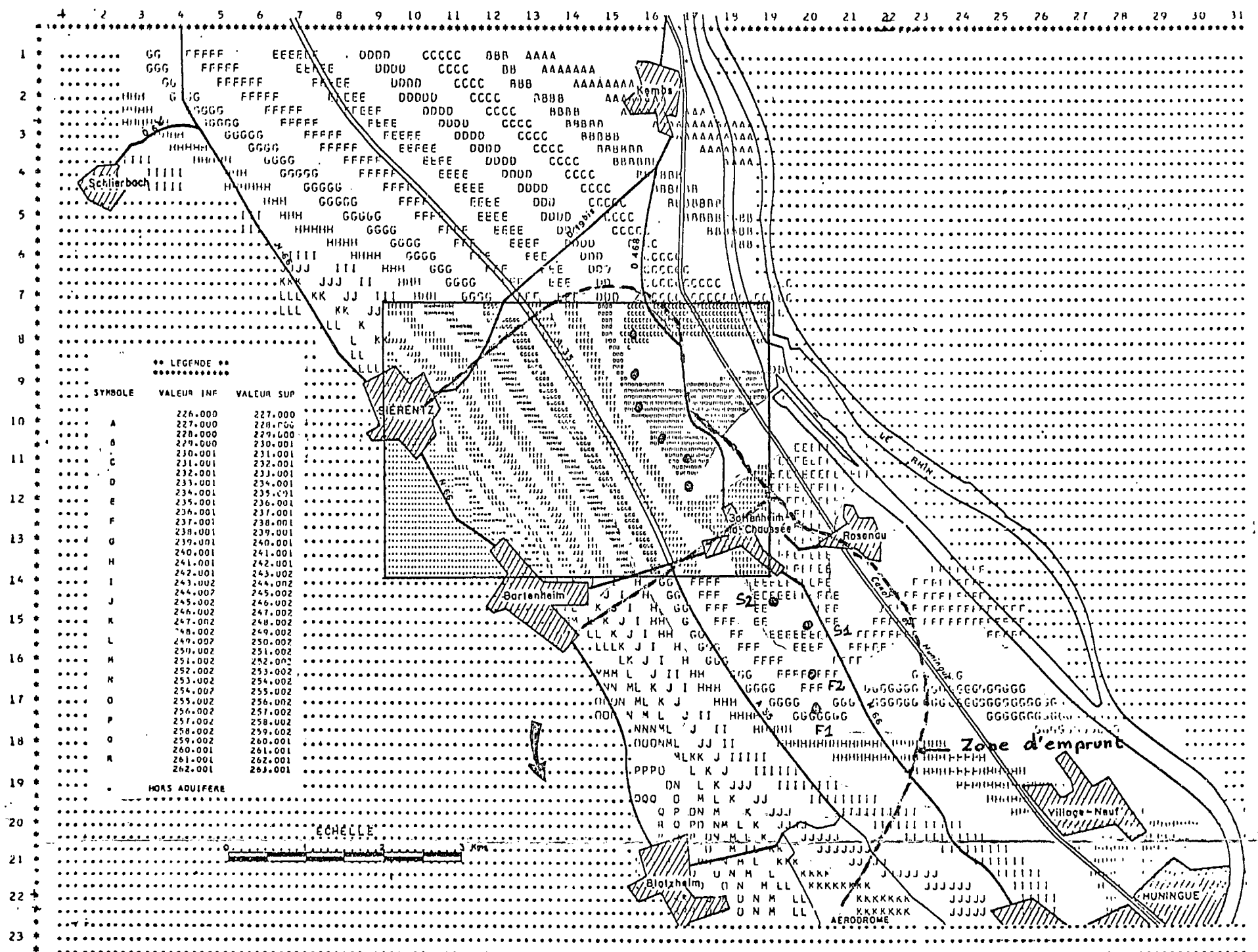
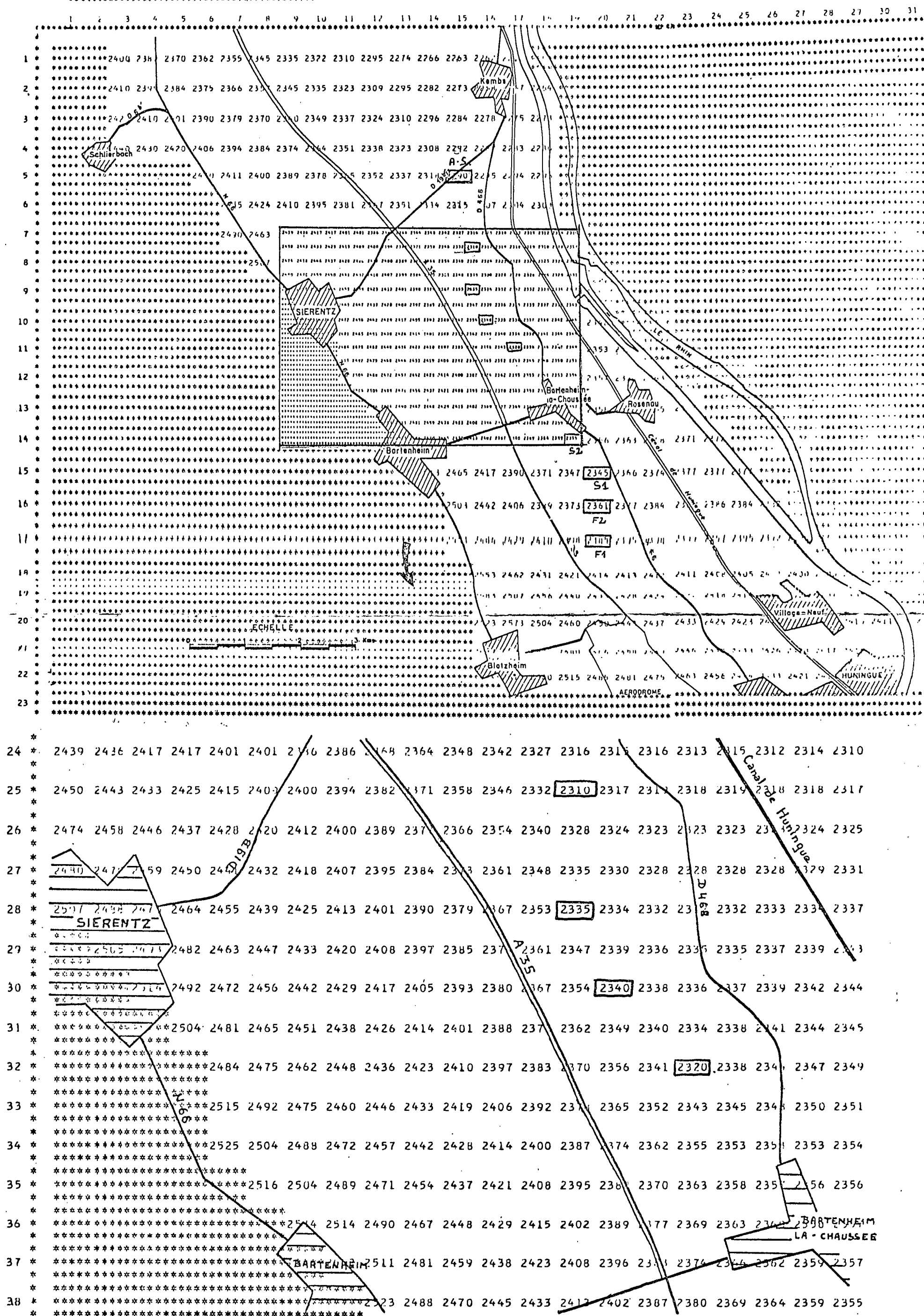
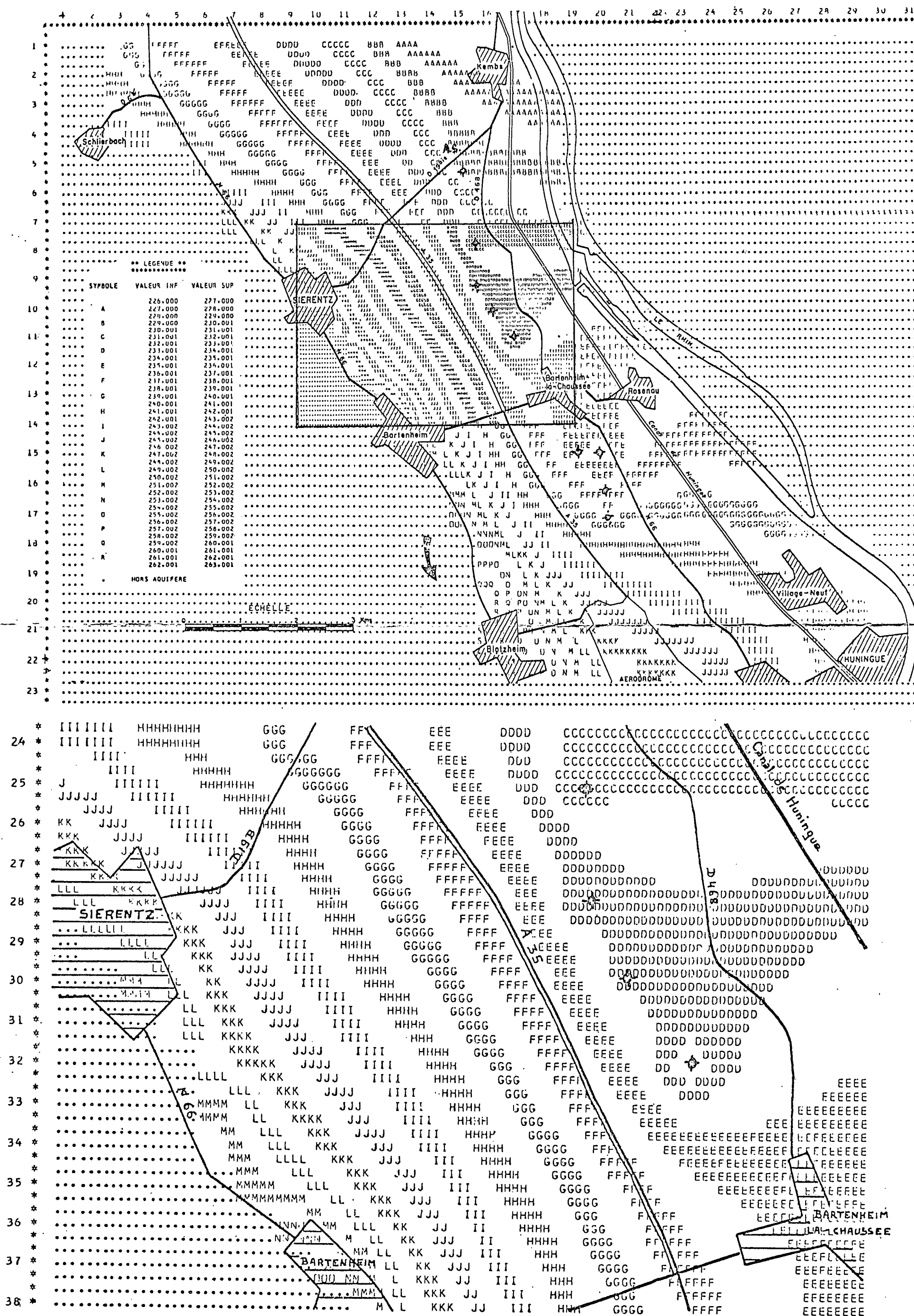
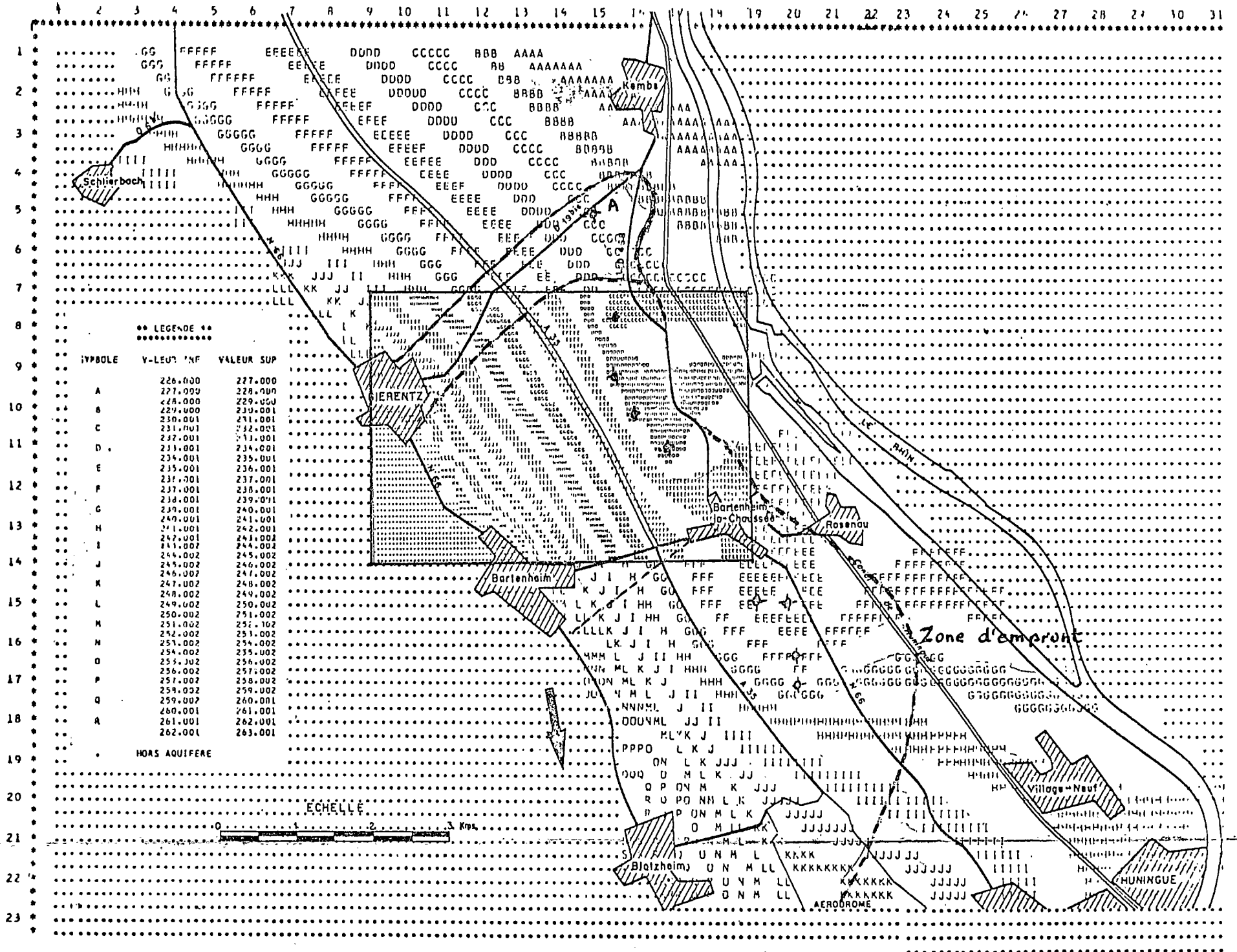
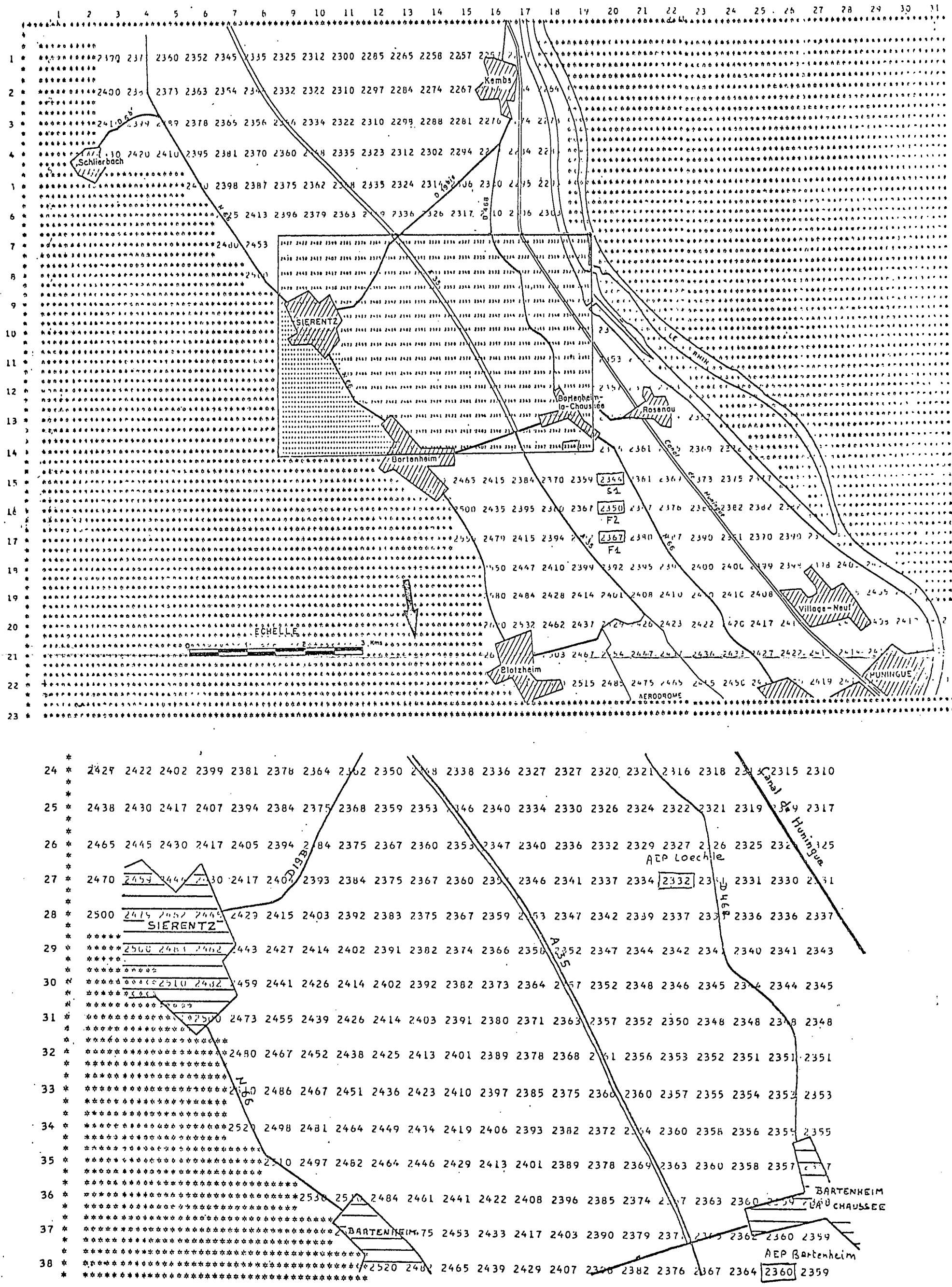


Fig. 15



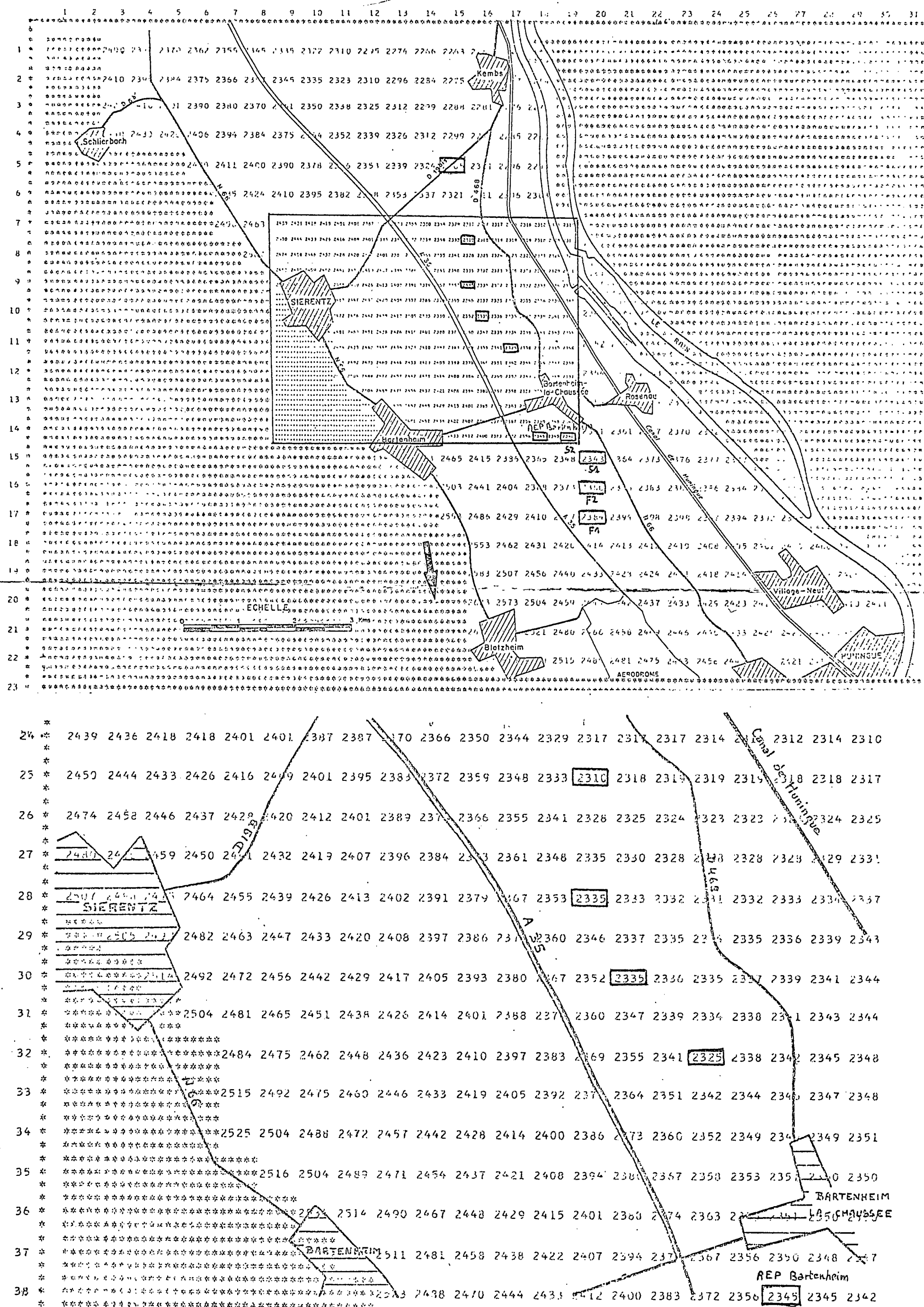


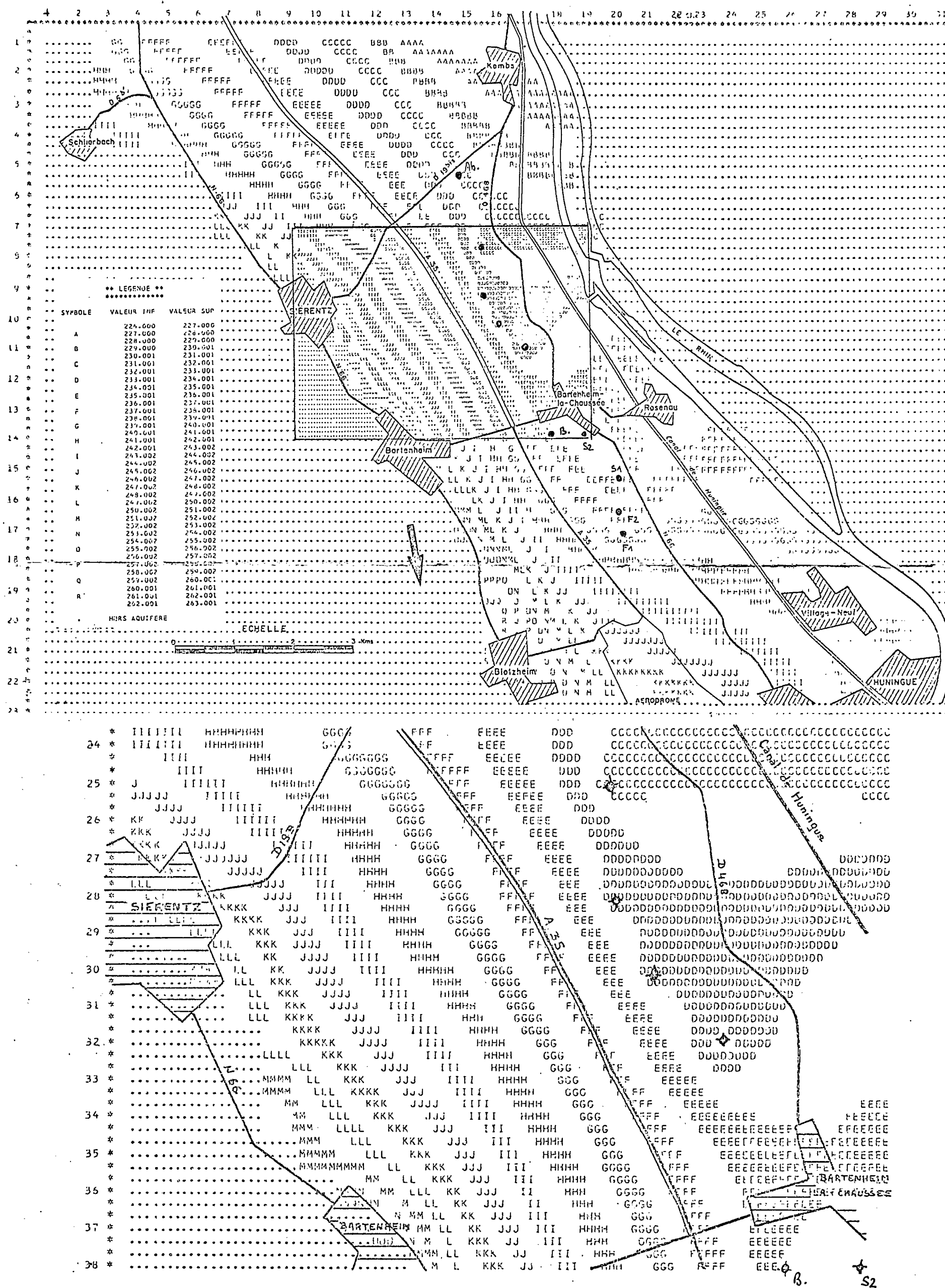




* * * * *
 * SIMULATION NO 28 *
 * POTENTIELS CALCULES *
 * EN D'ICIMETRES *
 * * * * *

Fig. 20





SIMULATION NO 29
POTENTIELS CALCULES
EN DECIMETRES

Fig. 22

