

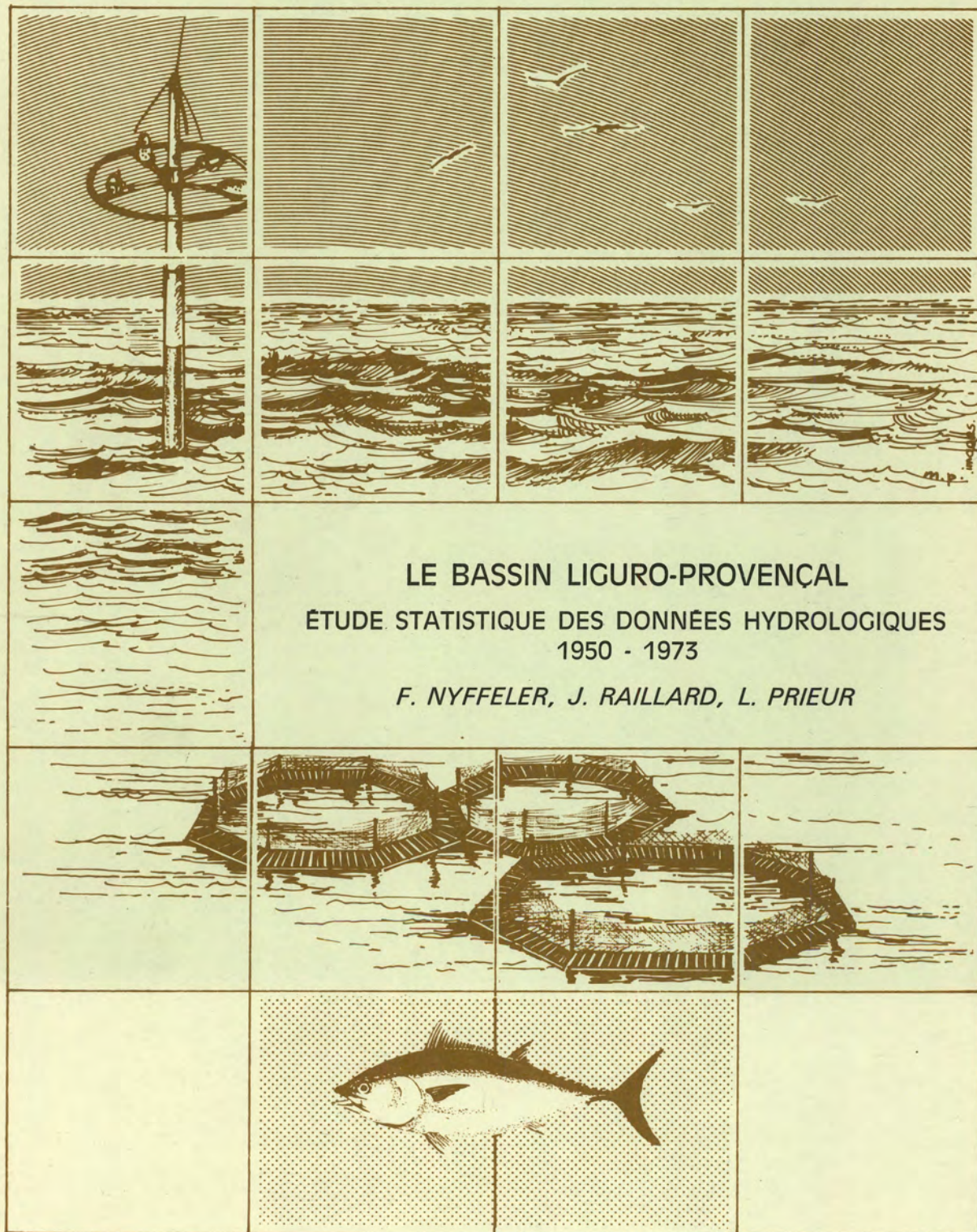


Publications du

# CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS



Rapports scientifiques et techniques n° 42-1980





- Les Publications Scientifiques et Techniques du Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) comportent les séries suivantes :

*The Scientific and Technical Publications of Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO) contain the following serials :*

- Rapports Scientifiques et Techniques - ISSN 0339-2899. 1971
- Rapports Economiques et Juridiques - ISSN 0339-2910. 1973
- Recueil des Travaux du Centre Océanologique de Bretagne - ISSN 0336-3112. 1972
- Résultats des Campagnes à la Mer - ISSN 0339-2902. 1971
- Actes de Colloques - ISSN 0335-8259. 1971

- Les travaux publiés dans ces séries sont analysés par :

*The works published in these serials are analysed by :*

- Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts
- Bibliographie Géographique Internationale
- Biological Abstracts
- Bulletin Signalétique du C.N.R.S. - Informascience
- Chemical Abstracts
- Norois - Chronique Océanographique
- Hydrographische Bibliographie
- Oceanic Abstracts
- Oceanographic Abstracts and bibliography - Deep Sea Research
- Pollution Abstracts
- Underwater Information Bulletin
- Zoological Record

- Les demandes d'information et les commandes concernant toutes les publications scientifiques et techniques du CNEXO doivent être adressées à :

*The inquiries and orders which concern the whole of CNEXO scientific and technical publications have to be mailed to :*

SECTION DOCUMENTATION  
CENTRE OcéANOLOGIQUE DE BRETAGNE  
B.P. 337  
29273 BREST CEDEX

Les publications envoyées en échange doivent être expédiées à cette même adresse.

*The publications sent in exchange have to be forwarded to the same address.*

PUBLICATIONS DU  
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCÉANS  
(C N E X O)

Rapports Scientifiques et Techniques N° 42

**LE BASSIN LIGURO PROVENÇAL**

ÉTUDE STATISTIQUE DES DONNÉES HYDROLOGIQUES

1950 - 1973

par

François NYFFELER

*Institut de Géologie-Université de Neuchâtel  
11, rue Emile Argand - CH 2000 NEUCHÂTEL*

Jacques RAILLARD

*Bureau National des Données Océaniques  
Centre Océanologique de Bretagne - B.P. 337 - 29273 BREST Cédex*

Louis PRIEUR

*ERA 278, Laboratoire de Physique et Chimie Marine  
B.P. 8 - 06230 VILLEFRANCHE-SUR-MER*



Cette étude a été réalisée  
avec la participation du

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
*RCP 513 devenue partie du GRECO 034*

FONDS NATIONAL SUISSE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
*Projet 2.280-079*

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OcéANS  
*Contrats CNEXO 77/1751 et 79/2084*

et du  
BUREAU NATIONAL DES DONNÉES OcéANIQUEs

avec la collaboration de

*Nicole LE GUEN et Daniel JACQ  
pour les programmes informatiques*

ISSN 0339-2899

© Centre National pour l'Exploitation des Océans, 1980



## TABLE DES MATIERES

RESUME

INTRODUCTION

DESCRIPTION DE LA ZONE

DECOUPIGES GEOGRAPHIQUE ET TEMPOREL

SOURCE DES DONNEES

TRAITEMENT STATISTIQUE

VALIDATION

PROCEDURE GENERALE

SPECIFICATION DES TESTS

Test 1 : Tri des valeurs suspectes

Test 2 : Validation des valeurs douteuses

Test 3 : Elimination des valeurs extrêmes résiduelles

DISCUSSION

SIGNIFICATION STATISTIQUE

QUALITE DES DONNEES ET DE L'ECHANTILLONNAGE

DEFINITION DE  $\sigma_{\theta}$  MOYEN

CARTES SYNOPTIQUES ET DIAGRAMMES  $\theta/S$  : EXAMEN GENERAL

RESULTATS

CARTES SYNOPTIQUES

DIAGRAMME  $\theta/S$

BIBLIOGRAPHIE



## RESUME

Cette étude est le résultat d'une analyse statistique effectuée sur les données d'hydrologie classique recueillies dans le bassin Liguro-Provençal de 1950 à 1973. Cette analyse porte sur 2242 stations archivées à la banque du Bureau National des Données Océaniques à Brest (BNDO). Une procédure de validation rapide a été mise au point pour identifier les données suspectes et éliminer les valeurs aberrantes. Le caractère général de cette méthode permet d'envisager son application ultérieure à de multiples travaux de synthèse requérant la manipulation des volumineux fichiers de la banque. Le traitement statistique proprement dit comporte le calcul des valeurs moyennes et des écarts-types de  $S$ ,  $\theta$ , et  $\sigma_\theta$  aux immersions standard, pour 34 mailles et 7 périodes caractéristiques d'un réseau spatio-temporel défini à partir de la connaissance préalable de la circulation générale du bassin.

Les résultats sont fournis sous forme de 7 groupes de 16 cartes synoptiques, chaque carte correspondant à une immersion standard entre la surface et la profondeur de 1000 m. Les valeurs moyennes et les écarts-types de la salinité, de la température potentielle  $\theta$  et de  $\sigma_\theta$  sont inscrites dans les mailles du réseau géographique. Les diagrammes  $\theta/S$  sont tracés pour les zones dans lesquelles la couverture est suffisamment régulière au cours du cycle annuel pour mettre en évidence l'évolution des conditions hydrologiques.

## ABSTRACT

A statistical analysis of hydrological data (Nansen Casts) collected from 1950 to 1973 in the Ligurian Sea has been performed, using the facilities of BNDO's data center in Brest. The geographical grid delimiting 34 typical areas, as well as the subdivision of the annual cycle in 7 characteristic periods, are based on the preliminary knowledge concerning the hydrological structure of the basin.

The results are presented in 7 groups of 16 synoptic maps, each corresponding to one standard depth between the surface and 1000 m. Mean values and standard deviations for salinity, potential temperature  $\theta$  and  $\sigma_\theta$  are given in the corresponding geographic area.  $\theta/S$  diagrams are presented for some typical areas, when the coverage by measurements is homogeneous enough along the yearly cycle to show the evolution of hydrological features.



## INTRODUCTION

Depuis l'exécution par NIELSEN (1) \* des premières stations hydrologiques complètes en Méditerranée, entre 1908 et 1910, les campagnes océanographiques se sont multipliées, tant dans le domaine de l'océanographie physique que dans celui de la biologie marine. Une partie importante des études entreprises se rapporte au bassin Liguro-Provençal \*\* (fig. 1), en raison non seulement des phénomènes océanographiques fondamentaux dont il est le siège, mais également des facilités offertes par l'implantation de plusieurs stations marines sur le littoral nord.

Le comportement général de ce bassin est aujourd'hui relativement bien connu. Sa circulation cyclonique est directement influencée par les conditions météorologiques engendrées par la proximité de l'arc alpin. Elle joue un rôle primordial dans le transfert et la dispersion des polluants déversés en grandes quantités le long des côtes fortement peuplées. L'intensité des processus biologiques, dépendant de l'apport d'éléments nutritifs, est également fonction de l'activité de la zone de divergence centrale caractérisant cette circulation.

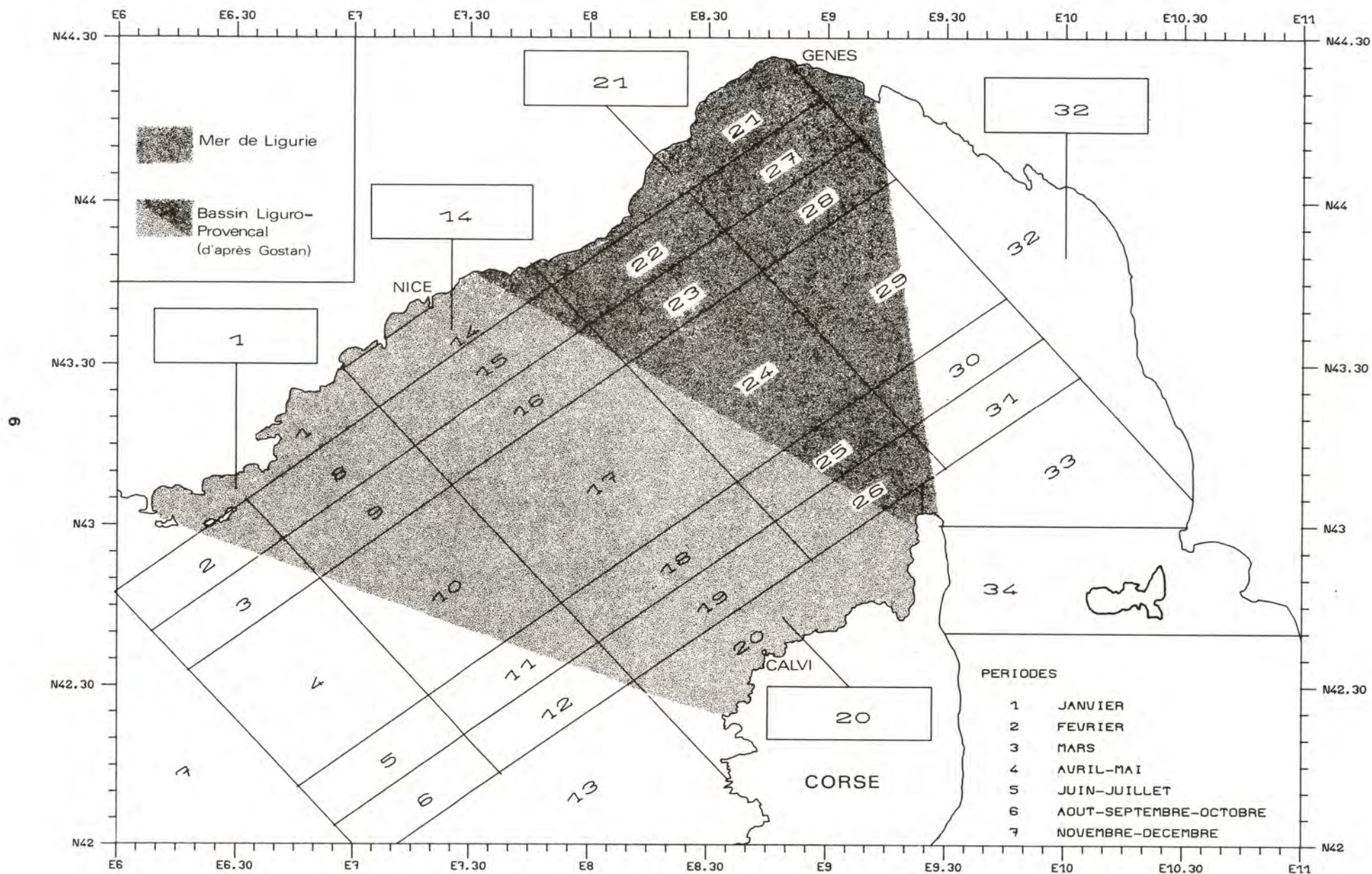
La compréhension des phénomènes liés à cette situation a considérablement progressé durant les dernières années, en grande partie grâce aux observations locales répétées à partir des stations côtières. Les travaux de GOSTAN (2) constituent l'une des contributions fondamentales à ces recherches. Outre une description détaillée de l'évolution des structures hydrologiques et biochimiques au cours du cycle annuel entre Nice et Calvi, cet auteur a fourni des évaluations du flux transporté perpendiculairement à la radiale de part et d'autre du bassin. Par la suite, cette ligne a fait l'objet d'une surveillance systématique, dans le cadre des campagnes HYDROKOR (3), exécutées par les équipes de la Station Marine de Villefranche/Mer.

---

\* Les chiffres entre parenthèses renvoient à la bibliographie.

\*\* Parmi les stations exécutées par NIELSEN, trois seulement sont relatives à ce bassin.







Plusieurs programmes océanographiques de grande envergure, visant à une meilleure quantification des phénomènes biologiques, dynamiques, et des interactions océan-atmosphère à l'échelle du bassin sont aujourd'hui en cours (4),(5),(6). Ils comportent une approche théorique par le biais de modèles mathématiques, mais s'appuient également sur les résultats de campagnes océanographiques intensives et sur les informations synoptiques relatives à la couche superficielle fournies par les satellites artificiels. L'utilisation des données historiques représente une étape importante dans l'exécution de ces recherches, puisqu'elle aboutit à la définition de *situations de référence*, nécessaires à la paramétrisation des modèles et à la programmation rationnelle des opérations à la mer.

Jusqu'à un passé récent, l'exploitation globale des données recueillies dans le bassin Liguro-Provençal était difficilement concevable, en raison d'un archivage dispersé entre les équipes ou les organismes ayant effectué des croisières dans cette région. La centralisation réalisée par le Bureau National des Données Océaniques à Brest (BNDO) ouvre une nouvelle voie pour l'utilisation de ces résultats à des fins de recherche fondamentale ou appliquée. L'analyse statistique des données hydrologiques collectées durant la période 1950 - 1973 illustre les possibilités offertes par la banque du BNDO et par le centre de calcul qui lui est associé. L'objectif de cette étude consiste à définir une série de *situations saisonnières moyennes* caractérisant l'évolution de la structure hydrologique du bassin, et à les présenter sous une forme synthétique facilement utilisable dans le cadre des recherches océanographiques en cours. Les programmes nécessaires au traitement ont été mis au point en collaboration étroite avec le département informatique du BNDO. Ils comportent une extraction des stations correspondant à la région étudiée, leur répartition selon un découpage spatio-temporel (fig. 1), et une procédure de validation aboutissant à la définition des échantillons sur lesquels sont calculées les valeurs moyennes et les écarts-types. Le détail des opérations est exposé dans les différents chapitres de ce document.

Le traitement a été limité aux paramètres hydrologiques  $S$ ,  $\theta$ ,  $\sigma_\theta$ , l'extension aux paramètres biochimiques ( $O_2$ , sels nutritifs, etc..) ayant été abandonnée en raison d'un échantillonnage trop peu représentatif. Toutefois, pour peu que l'on dispose d'un patrimoine de données suffisamment dense, la généralité de la méthode proposée permet d'envisager son application à d'autres paramètres ou d'autres régions océaniques, moyennant la définition d'un réseau spatio-temporel adéquat.



## DESCRIPTION DE LA ZONE

La région étudiée (fig. 1) ne correspond pas à un bassin au sens de la nomenclature du Bureau Hydrographique International, mais plutôt à une zone océanique présentant une certaine unité hydrologique (2). Le choix de ses limites géographiques répond donc plus à des considérations pratiques, fondées sur une connaissance préalable de cette région, qu'à la terminologie classique, qui l'intègre à la Méditerranée Occidentale. La limite ouest est fixée par le méridien  $6^{\circ}$  E. La limite sud est constituée par les parallèles  $42^{\circ}$  N à l'ouest de la Corse et  $42^{\circ} 40$  N à l'est de celle-ci. On recouvre ainsi totalement la zone correspondant au bassin Liguro-Provençal défini par GOSTAN (2). Les débordements devraient faciliter la mise en évidence des interactions avec les régions adjacentes, à l'ouest avec le Golfe du Lion (zones 1-7) et à l'est avec le canal de Corse qui débouche au sud de la mer de Ligurie (zones 30 - 34).

### DECOUPAGES GEOGRAPHIQUE ET TEMPOREL

Le découpage selon un réseau spatio-temporel, nécessaire à l'analyse envisagée, peut se concevoir de diverses façons, la plus classique étant un maillage en unités de coordonnées géographiques et une répartition des stations par périodes mensuelles. Compte tenu des caractères particuliers de la région, notamment sa circulation cyclonique et son évolution annuelle simple, nous avons préféré définir un réseau spécifique à partir des connaissances récentes relatives au bassin (7). Le découpage géographique ne pouvait être ni trop fin, sous peine de subdiviser à l'excès des zones hydrologiquement homogènes, ni trop large, ce qui aurait atténué les contrastes entre les zones côtières et les zones du large. Pour le maillage temporel, la répartition des stations par périodes mensuelles aurait entraîné une diminution excessive de la taille des échantillons, alors qu'un classement trimestriel aurait mêlé des situations hydrologiquement distinctes. Le compromis final est représenté par un réseau géographique orienté en fonction de la circulation (fig. 1) et par une subdivision saisonnière introduisant des périodes de durées inégales (Tab. 1).



L'axe NW-SE du réseau géographique (plus précisément  $137^\circ$ ) est perpendiculaire à la direction des transports dans la partie centrale du bassin. Il est parallèle à la direction de la radiale Nice - Calvi, choisie comme axe de symétrie de la région étudiée. L'axe SW-NE (plus précisément  $35^\circ$ ) est pratiquement parallèle à la ligne de la côte ligure ; cette orientation facilite la mise en évidence de l'évolution des caractéristiques des masses d'eau lorsque l'on s'éloigne en direction du large. Le maillage vertical est défini par les immersions standard entre la surface et la profondeur de 1000 m.

On notera que les 34 zones considérées sont de superficies inégales. Il a en effet été tenu compte du degré d'homogénéité des paramètres hydrologiques, qui résulte d'observations antérieures. Nous avons adopté un maillage plus large dans les régions centrales que dans les régions côtières, où l'existence de structures frontales, donc de gradients horizontaux prononcés, requiert une subdivision plus fine.

PERIODE	MOIS	
1	Janvier	Epoque transitoire. Diminution de la stabilité de la colonne d'eau
2	Février	Mélanges hivernaux
3	Mars	Début de la stratification
4	Avril-Mai	Epoque transitoire. Renforcement de la stratification
5	Juin-Juillet	Thermocline établie dans la couche superficielle (0-15 m)
6	Août-Septembre- Octobre	Migration de la thermocline en profondeur.
7	Novembre-Décembre	Refroidissement de la couche superficielle.

TAB. I. - Découpage temporel et caractères des périodes



## SOURCE DES DONNEES

Les données sont extraites du fichier général de la banque du BNDO, constitué à partir des résultats fournis par les laboratoires nationaux \* et des données *historiques* provenant du National Oceanographic Data Center de Washington (NODC). Au 31 Janvier 1980 nous avons recensé 2242 stations d'hydrologie classique (Nansen Cast), correspondant à 62 comptes-rendus de missions (Tab. II) couvrant la période allant d'Octobre 1950 à Juin 1973. Certaines données étrangères ou postérieures à 1973 n'ont pas encore été communiquées à la banque ; elles n'ont pu être intégrées dans le traitement, bien qu'elles puissent être relativement nombreuses. Il en est de même des stations bathysondes \*\* qui tendent à remplacer les prélèvements par bouteilles ; la réduction de ces données aux immersions standard de l'hydrologie classique est actuellement en cours, l'intégration au fichier général étant prévue pour le courant de 1980. La figure 2 présente la répartition des stations actuellement disponibles par zone et par période. En raison de sa simplicité, la procédure de traitement décrite ci-dessous pourra être reprise lors de mises à jour ultérieures du fichier général entraînant un accroissement substantiel de la quantité de données pour la région considérée.

---

\* Environ 500 stations (soit près de 25 % du total) ont été fournies par la Station Marine de Villefranche/mer.

\*\* Un important fichier de stations bathysondes devrait être fourni par le SACLANT (La Spezia) dans un proche futur.



Nº. CROIS.	NOM CROISIERE	DATE DEP. AN M. J.	DATE FIN AN M. J.	CODE NAVIRE	NOM NAVIRE	CODE ORGA.	NOM ORGANISME	LATITUDE (LIMIT.)	LONGITUDE (LIMIT.)
50057011		50 10 04	52 03 21	PA48N0	PRINCESS A	48		N40 N50	E000 E020
52050511		52 09 13	52 09 17	EL35N0	ELIE MONT	35		N30 N50	E000 E010
53050911		53 12 21	54 03 27	EL35N0	ELIE MONT	35		N30 N50	E000 E010
56050711		56 09 21	56 10 24	CA35N0	CALYPSO	35		N30 N50	E000 E040
57050311		57 06 13	57 07 21	PT35N0	P.THEODOS.T	35		N30 N50	W010 E020
57055511		57 07 01	57 07 13	FL48N0	FLORA	48		N40 N50	E000 E020
57055811		57 09 17	57 09 26	FL48N0	FLORA	48		N40 N50	E000 E020
57162111		57 05 14	58 12 28	CA35N0	CALYPSO	35		S30 N50	W020 E120
58055611		58 04 21	58 05 02	SI48N0	SIBILLA	48		N40 N50	E000 E020
58055711		58 01 26	58 02 03	DA48N0	DANAIDE	48		N40 N50	E000 E020
58056311		58 08 25	58 09 04	SC48N0	SCIMITARRA	48		N40 N50	E000 E020
58121011		58 11 16	61 03 11	AT31N0	ATLANTIS 1	31		N30 N50	W010 E010
59049311		59 04 19	59 08 18	CI31N0	CHAIN	31		N30 N50	W080 E010
59051311		59 01 27	60 12 31	XXXXXX	INCANNU	35		N40 N50	E000 E010
60000111	S. T.	60 06 28	60 07 30	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E004 E009
60000221	S. T.	60 08 17	60 09 24	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N38 N45	E000 E010
60000311	S. T.	60 10 25	60 12 22	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E005 E009
60000411	S. T.	60 02 03	60 03 07	FEEZ	E.MONIER	35050	PARIS MHN	N38 N45	E000 E010
60000511	MLSELM	9 01 22	63 10 31	DIVERS	DIVERS	35050	PARIS MHN	N30 N50	E000 E020
61000211	S. T.	61 01 06	61 03 23	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E004 E009
61000411	S. T.	61 06 27	61 08 05	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E004 E009
61000511	S. T.	61 08 21	61 09 22	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E004 E009
61000621	S. T.	61 09 28	61 10 12	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N41 N44	E005 E009
61000711	S. T.	61 11 07	62 01 12	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N38 N45	E000 E011
62000311	S. T.	62 05 16	62 06 24	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N38 N45	E000 E011
62000511	S. T.	62 09 10	62 12 12	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N41 N44	E004 E008
62049511		62 02 01	62 03 25	AT31N0	ATLANTIS 1	31		N30 N50	E000 E030
63000811	S. T.	63 01 16	63 03 21	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N41 N44	E005 E008
63000921	S. T.	63 04 03	63 05 11	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E005 E009
63001011	S. T.	63 06 12	63 07 27	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E007 E010
63001211	S. T.	63 10 23	63 10 25	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E007 E008
63001311	S. T.	63 11 19	63 11 20	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E005 E007
63200511		63 07 10	63 12 08	AN31N0	ATLANTIS 2	31		S40 N50	W040 E080
64001211	S. T.	64 11 26	64 11 28	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N43	E005 E007
64001411	S. T.	64 03 20	64 04 01	GRUC	ZENOB.GRAM	11084		N42 N44	E003 E007
64001511	S. T.	64 02 03	64 02 22	FBAE	CALYPSO	35050	PARIS MHN	N40 N44	E003 E007
65000911	S. T.	65 01 22	65 02 26	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N35 N44	W002 E009
65001011	S. T.	65 04 08	65 04 10	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E005 E007
65001111	S. T.	65 04 28	65 05 22	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N42 N44	E003 E009
65049811		65 12 16	65 12 20	S731N0	SKILL	31		N40 N50	E000 E020
65050011		65 12 15	65 12 17	S631N0	SAGACITY	31		N40 N50	E010 E020
66049511		66 10 18	66 10 21	VG31N0	VIGOR	31		N40 N50	E010 E020
66050111		66 10 18	66 10 21	VR31N0	VALOR	31		N40 N50	E010 E020
66328811		66 05 22	66 10 31	MT06N0	METEOR (NEW)	C6		N40 N70	W040 E010
67001811	S. T.	67 01 17	67 01 24	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N43 N44	E007 E008
67001921	S. T.	67 01 31	67 02 03	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N43 N44	E006 E007
67002011	S. T.	67 02 28	67 03 03	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N43 N44	E006 E008
67002311	S. T.	67 04 10	69 04 01	FNBY	J. CHARCAT	35050	PARIS MHN	N35 N44	W009 E008
68001911	S. T.	68 04 23	68 05 02	FAGY	ARAGO	35084	MONACOMUSE	N42 N43	E007 E009
68002021	S. T.	68 02 15	68 03 15	FNBY	J. CHARCAT	35050	PARIS MHN	N37 N43	E005 E012
69003111	S. T.	69 03 01	70 03 10	FNBY	J. CHARCAT	35201	MARSEILLE	N40 N44	E003 E009
69003211	S. T.	69 01 18	73 10 02	FAXP	BRIGNY	35084	MONACOMUSE	N41 N45	E005 E009
69131111		69 01 23	69 05 01	AN31N0	ATLANTIS 2	31		N30 N50	E000 E050
69356211		69 07 06	69 08 15	MK90N0	MIKSUN	90		N40 N50	E000 E010
71357311		71 02 16	71 05 03	SG90N0	SERGEY VAV	90		N10 N50	W070 E010
72000811	MEDIPROD 3	72 06 13	72 07 02	FNBY	J. CHARCAT	35172	RCP-MEDIPR	N40 N50	E000 E010
72000211		57 05 14	67 12 20	FLEF	KORATNEFF	35080	PARIS CREB	N40 N45	E005 E010
62001411	GBSTAN 62	62 08 06	64 07 31	TGN0	WINARETTA	35037	VFRANCHE 2	N40 N45	E005 E010
65007811	CALYPSO 65	65 05 14	65 05 26	FBAE	CALYPSO	35033	PARIS LOP	N35 N45	E005 E017
69007311		69 06 11	71 12 14	FLEF	KORATNEFF	35080	PARIS CREB	N40 N45	E005 E010
70600811		70 09 14	70 10 23	MT06N0	METEOR (NEW)	C6		N30 N50	W020 E010
72011211		72 01 10	73 06 28	FLEF	KORATNEFF	35080	PARIS CREB	N40 N45	E005 E010

TABLEAU II. - Liste des compte rendus de croisières



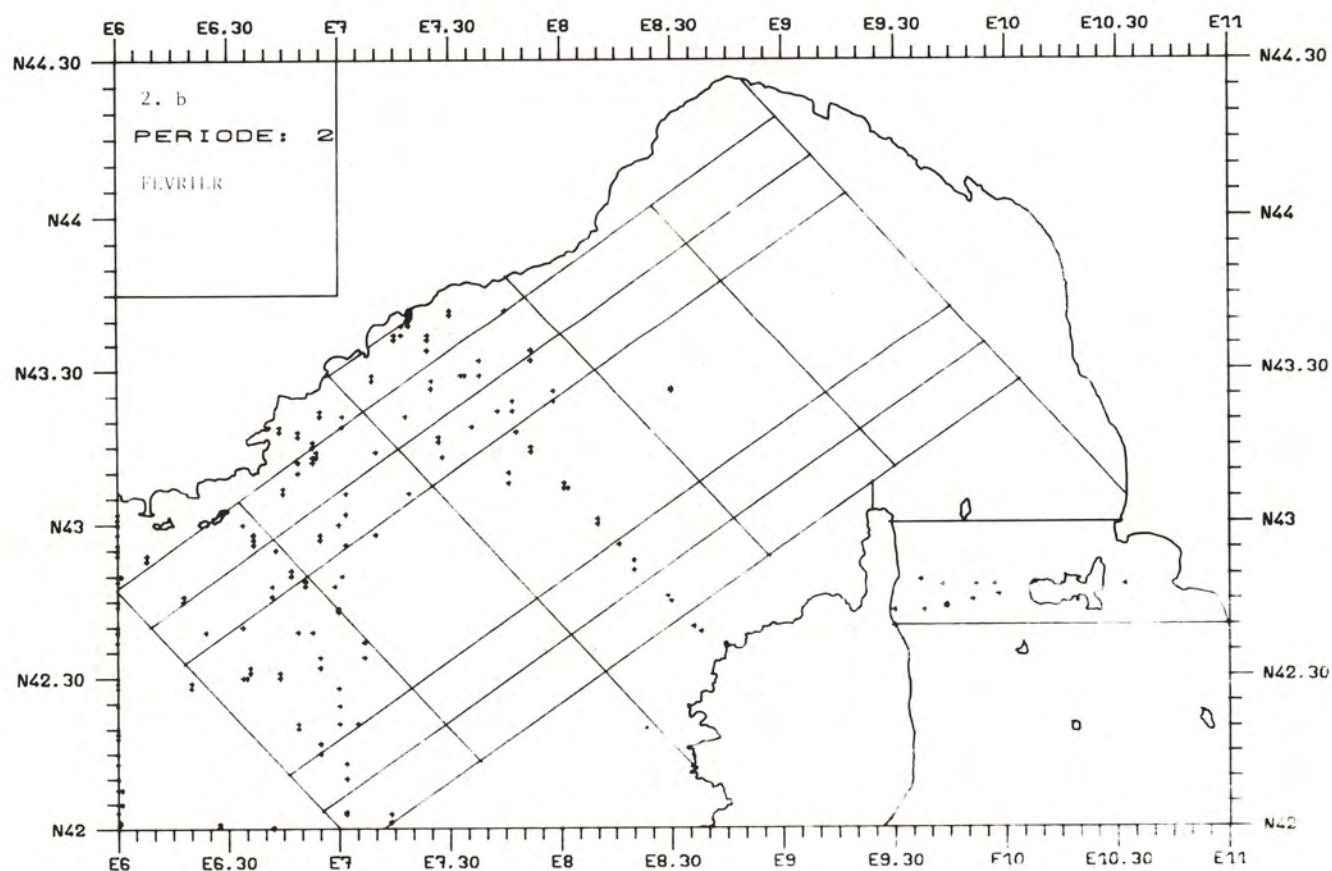
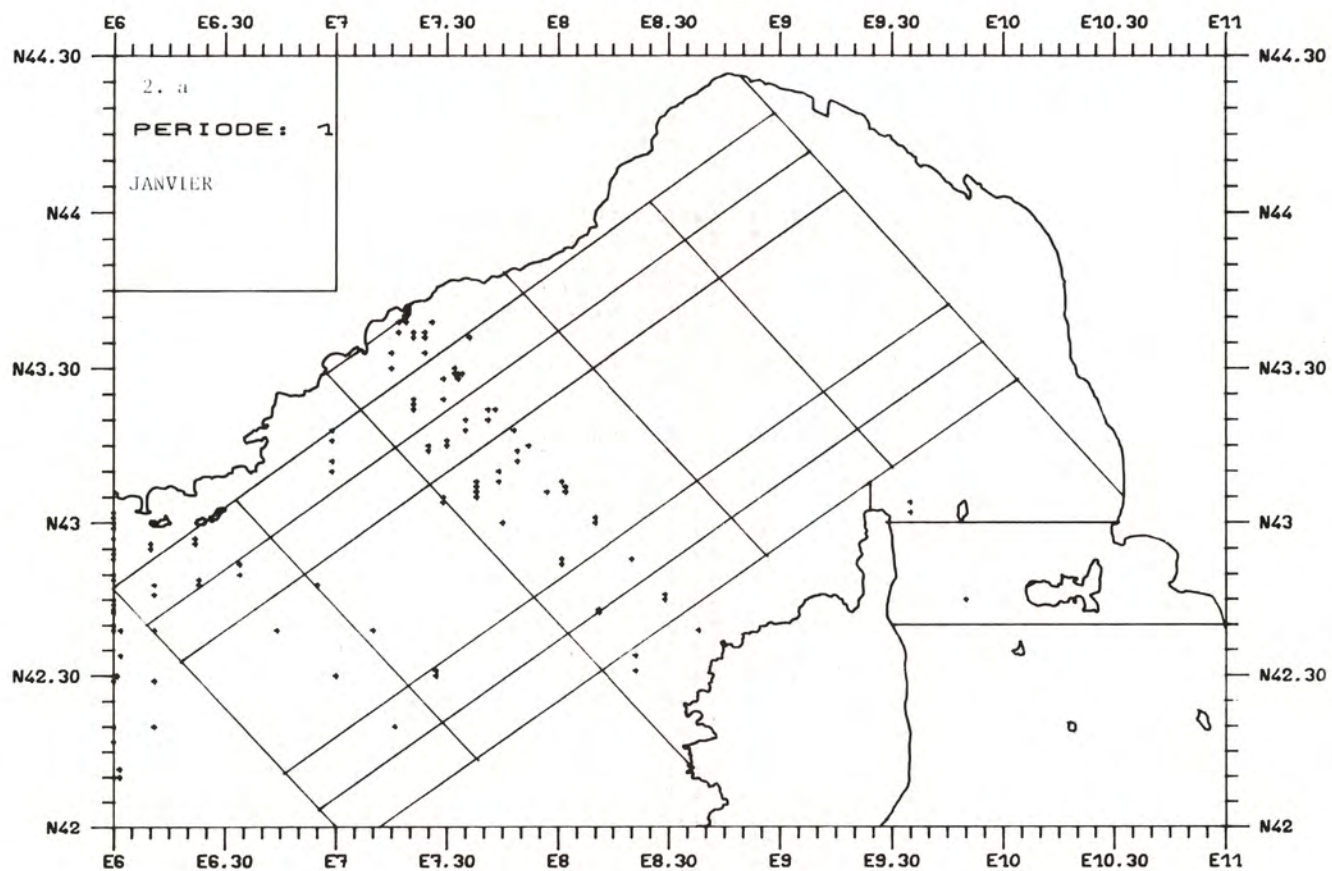


FIGURE 2. - Répartition des stations par période



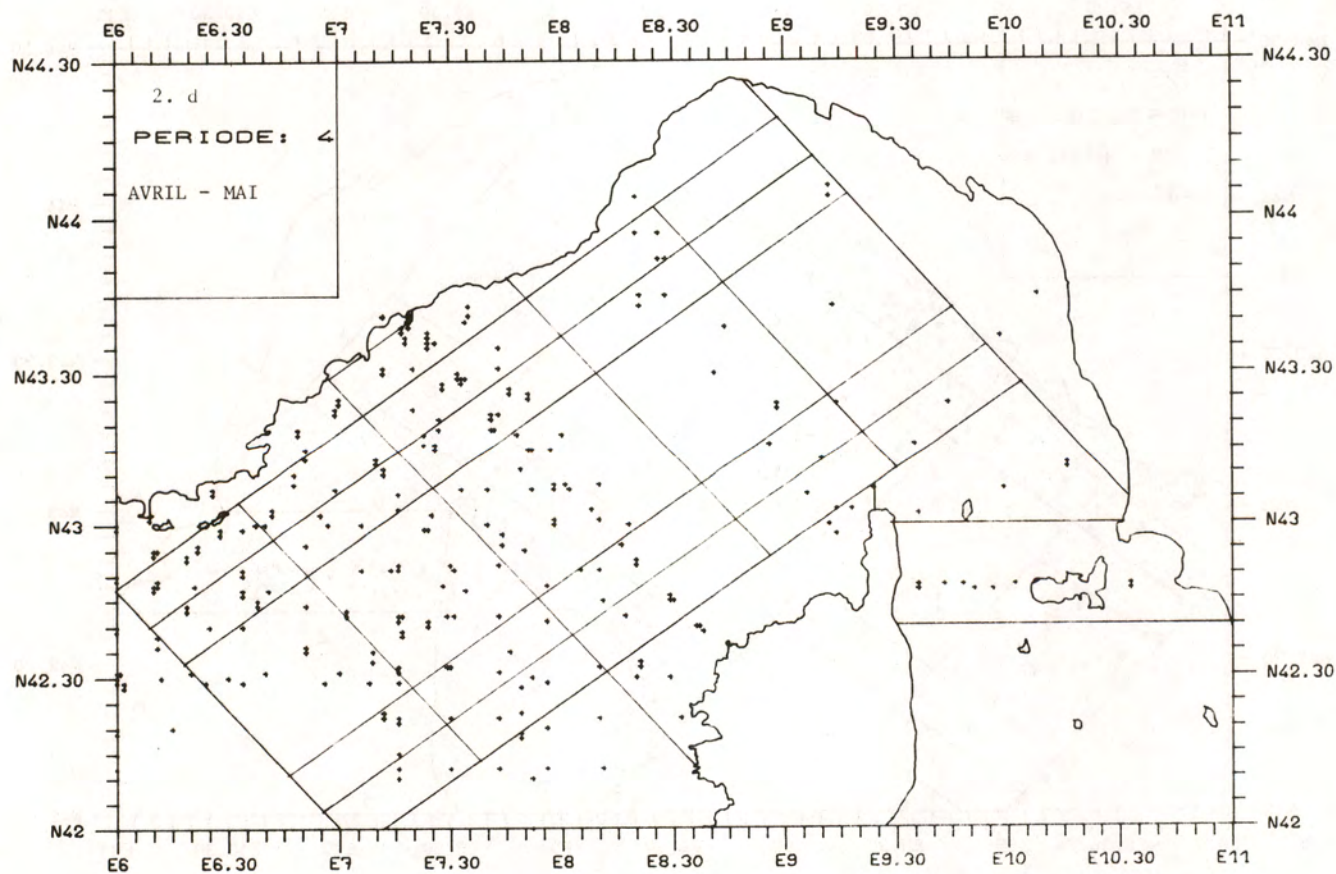
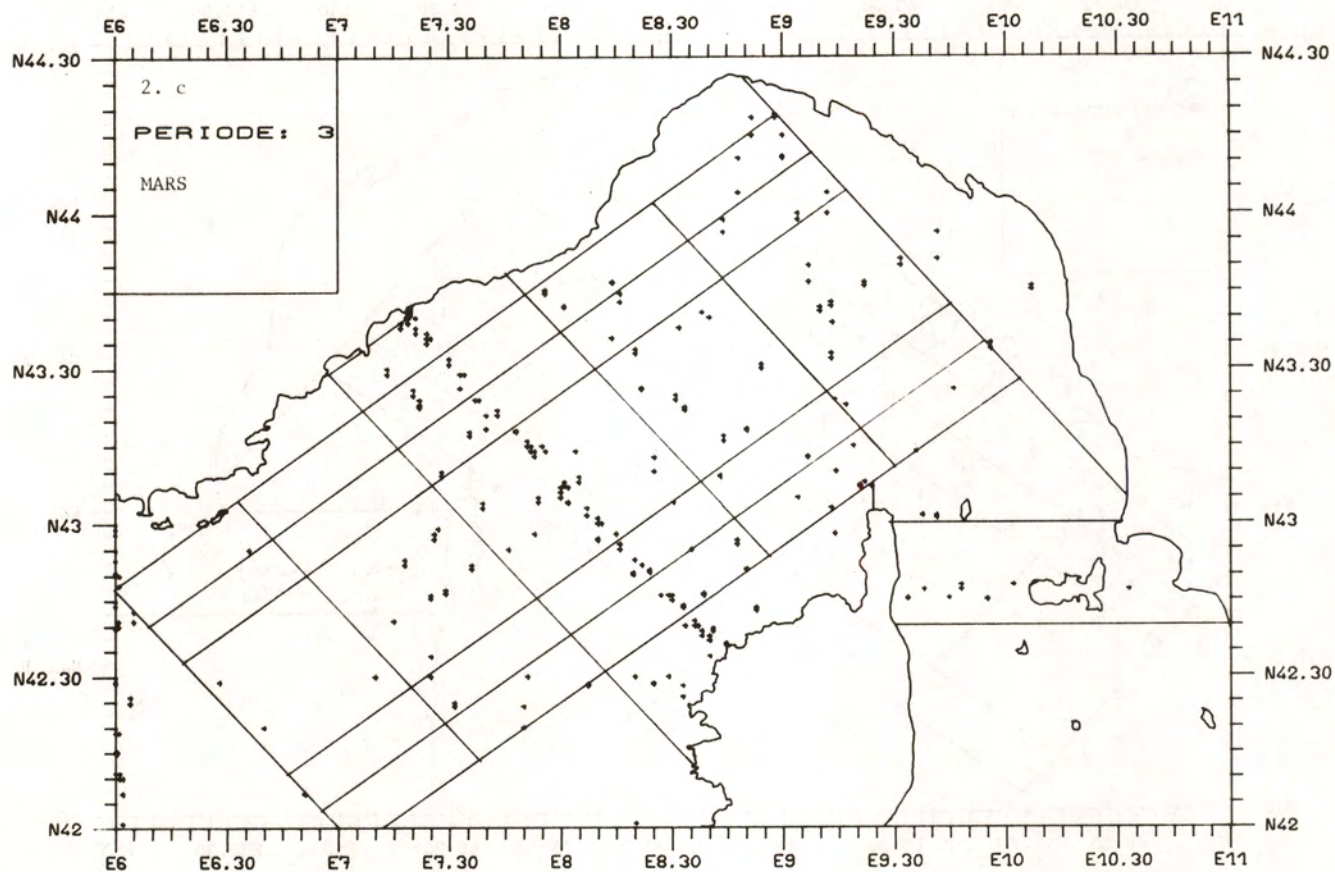


FIGURE 2. (suite) - Répartition des stations par période

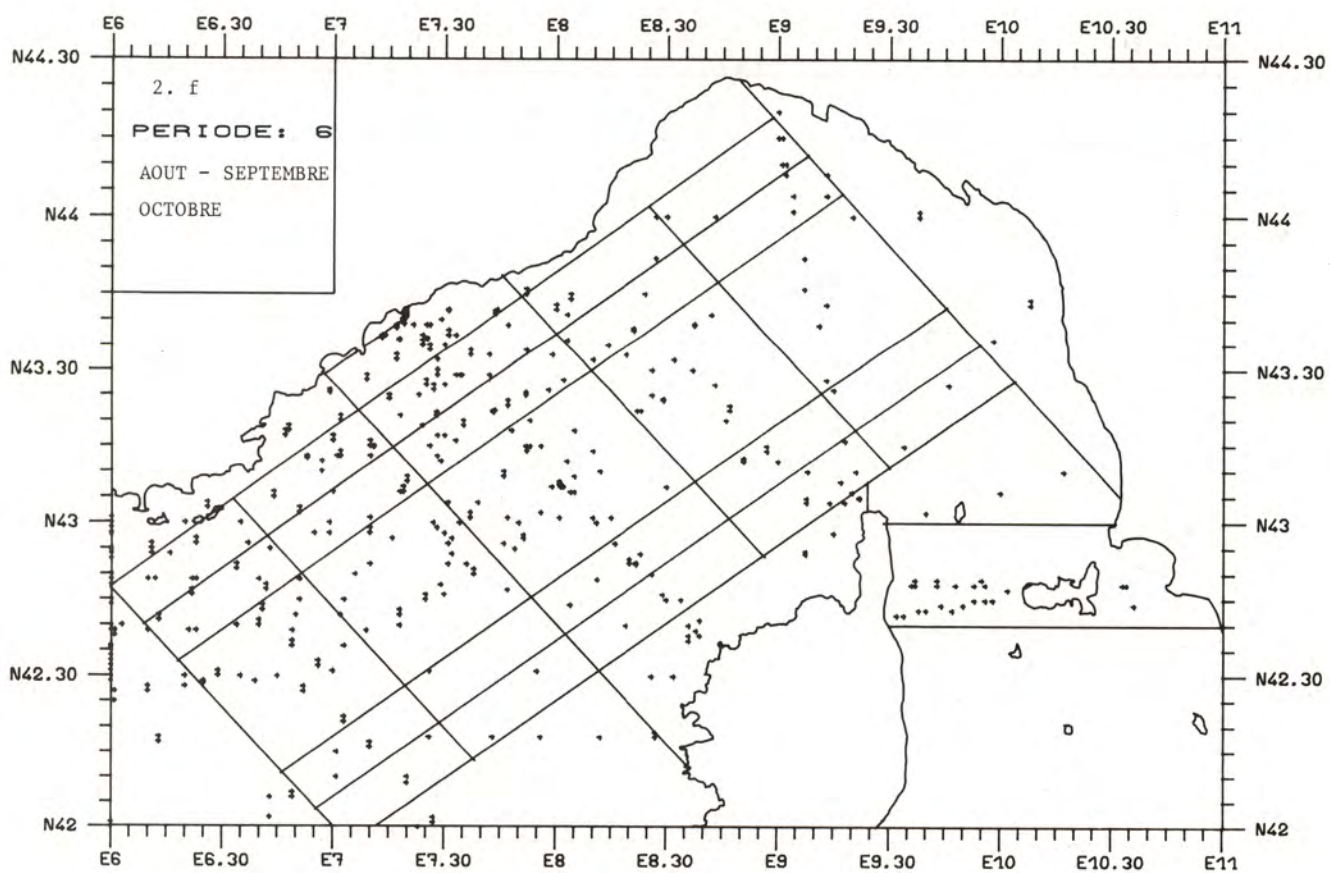
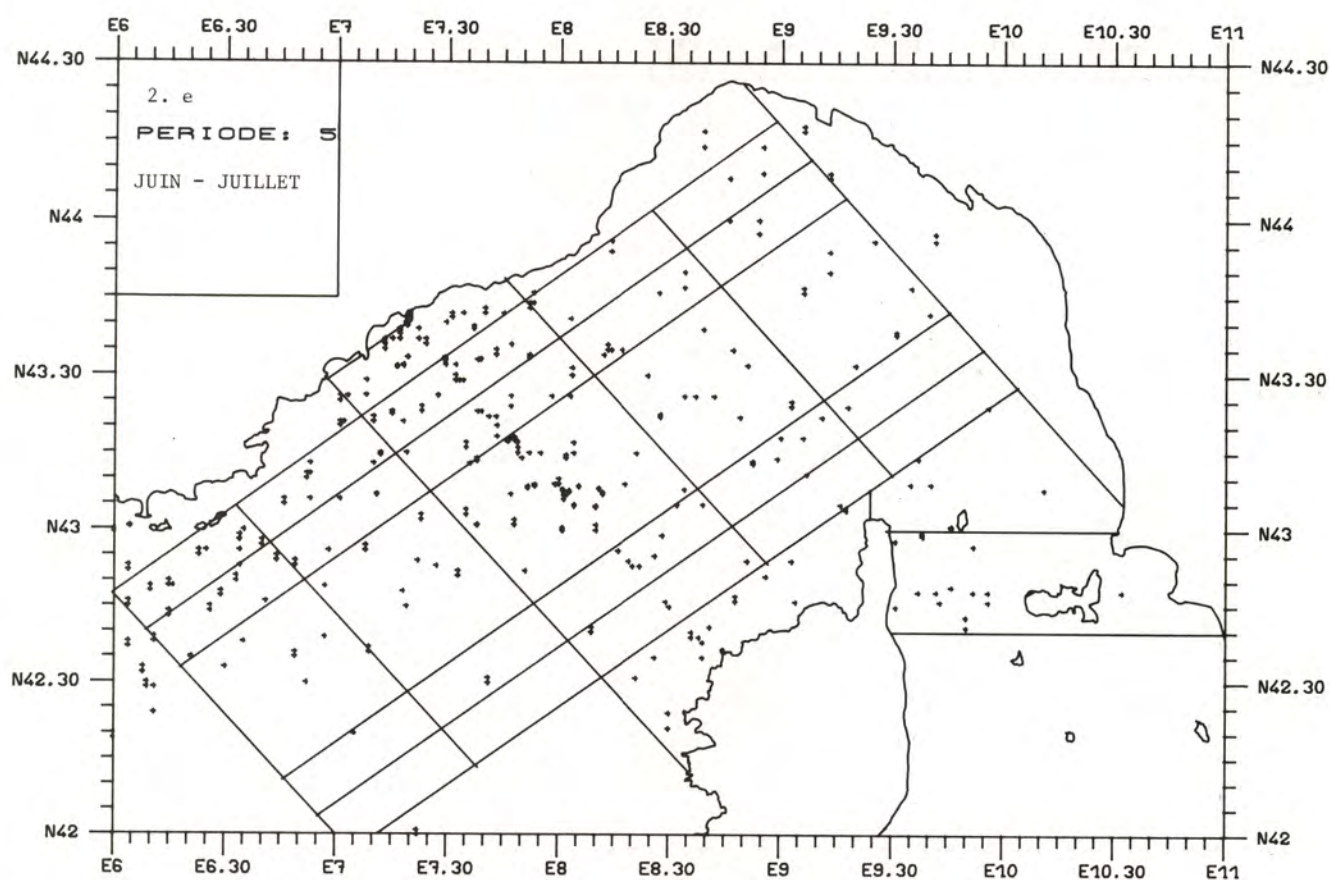


FIGURE 2. (suite) - Répartition des stations par période



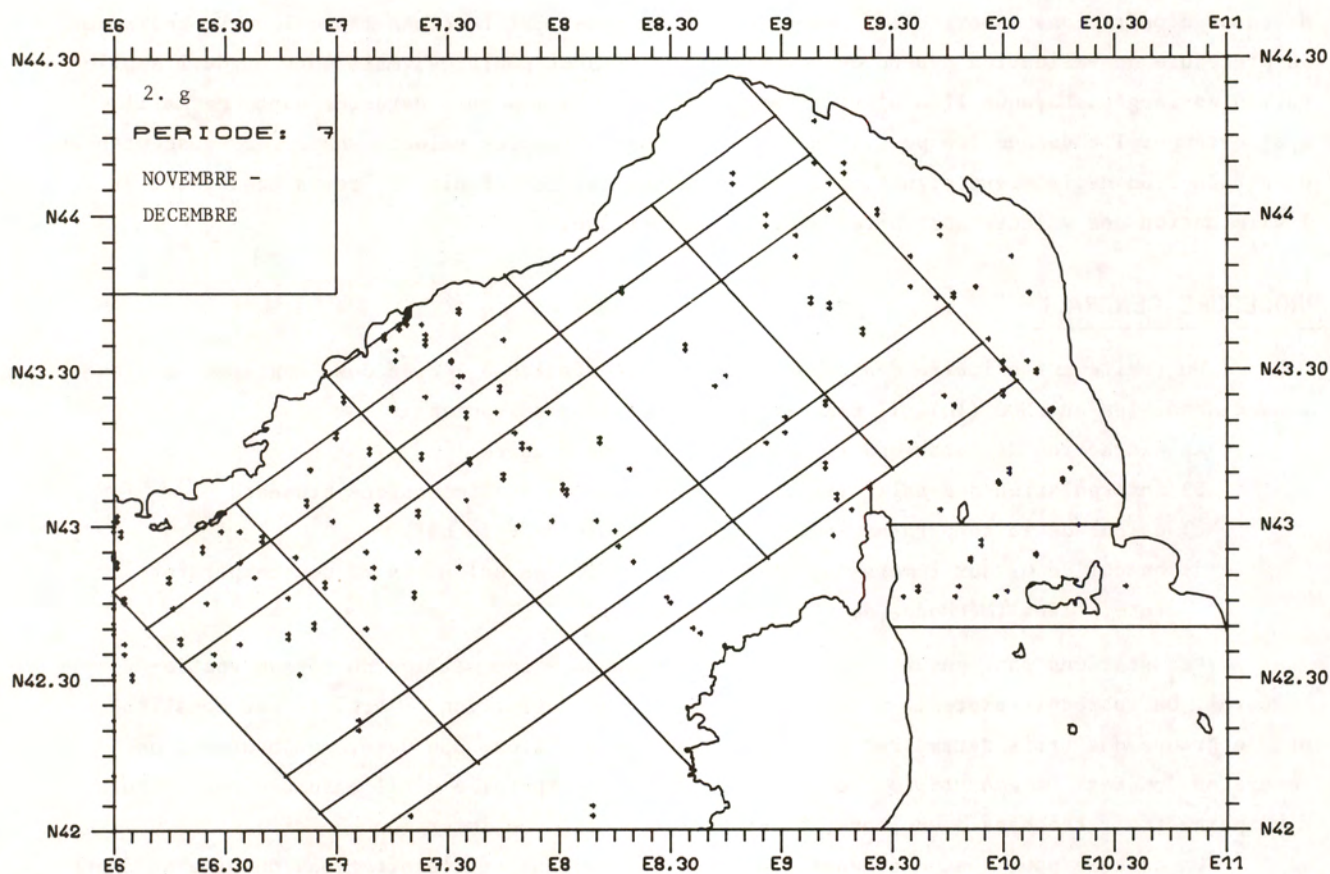


FIGURE 2. (suite) - Répartition des stations par période

## TRAITEMENT STATISTIQUE

### VALIDATION

D'une façon générale, les données brutes fournies aux banques de données sont de qualité inégale. Elles comportent un taux d'erreurs variable, ces erreurs étant partiellement imputables à des facteurs expérimentaux, mais aussi aux opérations de transcription. Leur dépistage et leur correction peuvent être poussés à des degrés divers, allant de l'élimination pure et simple de toute station comportant un point manifestement aberrant (8), à la reconstitution de *valeurs probables* sur la base de critères de continuité (9). Il s'agit en tout état de cause d'opérations laborieuses, comportant de longues vérifications manuelles. Le choix de la procédure de validation dépend du nombre de stations disponibles, mais surtout de l'application envisagée. Lorsque l'on s'intéresse aux conditions moyennes caractérisant une maille spatio-temporelle donnée, on peut se contenter d'identifier les valeurs *suspectes*, susceptibles d'entraîner un déplacement significatif des moyennes, et de définir des tests conduisant à l'élimination des valeurs *aberrantes* au sens statistique.

### PROCEDURE GENERALE

Un traitement primaire des données brutes est réalisé à l'aide des programmes de routine disponibles au BNDO (10). Il comporte les opérations suivantes :

- a) extraction des stations rattachées à la zone étudiée
- b) interpolation des salinités et des températures aux immersions standard
- c) calcul de la température potentielle (Méthode de Fofonoff)
- d) calcul de  $\sigma_\theta$  aux immersions standard à partir des salinités et des températures interpolées (Méthodes de Cox et de Knudsen).

Les stations sont ensuite triées et réparties dans les mailles du réseau spatio-temporel. On introduit alors la notion d' *article* . Par définition, l'article est constitué par le groupe des trois paramètres  $S$ ,  $\theta$ ,  $\sigma_\theta$ , pour une position, une date, une heure et une immersion données. L' *échantillon* d'une maille spatio-temporelle est l'ensemble des valeurs d'un paramètre rattachées à une zone, à une période, et à une immersion choisie.

On calcule pour chaque échantillon la valeur moyenne et l'écart type. On fixe un écart maximum admissible, au delà duquel les mesures sont *suspectes* et devront être validées (valeurs *douteuses* ), voir éliminées si l'écart à la moyenne est trop important (valeurs *aberrantes* ). Les valeurs *douteuses*, validées par un test de stabilité <sup>\*</sup>, sont réintégrées pour la suite des opérations. On considère en effet que ces mesures correspondent à des situations *anormales* <sup>\*\*</sup>, sans pour autant que cela justifie une élimination a priori.

Dans la dernière phase du traitement, on introduit un test pour l'élimination des valeurs extrêmes du fichier validé. On aboutit à l'échantillon final sur lequel sont calculés la moyenne et l'écart type caractérisant la maille considérée. Le déroulement des opérations est schématisé dans la figure 3.

\* Voir test 2 p. 18

\*\* Les valeurs "anormales" se rencontrent notamment lors de stations exécutées dans des circonstances météorologiques particulières (pluies diluviennes) ou à la limite de deux zones géographiques ou de deux périodes.



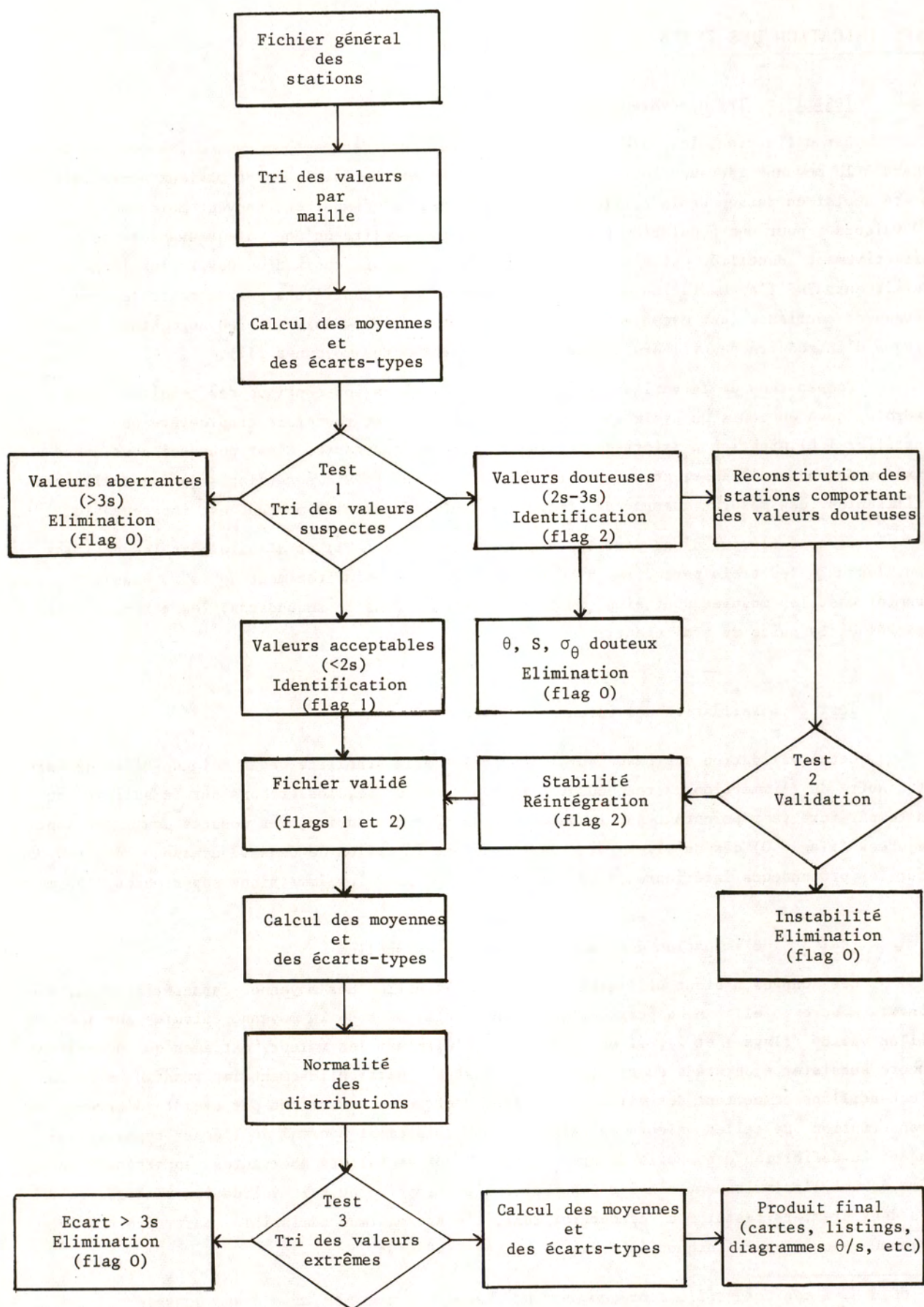


FIGURE 3. - Organigramme du traitement



## SPECIFICATION DES TESTS

### Test 1 : Tri des valeurs *suspectes*

Par définition, les valeurs  $S$ ,  $\theta$ , ou  $\sigma_\theta$  sont considérées comme *suspectes* dès que leur écart à la moyenne est supérieure à  $2s$  ( $s$  = écart-type). Ce faible écart maximum admissible a été choisi en raison de la taille des échantillons, qui comportent souvent moins de 10 valeurs ; pour une population gaussienne<sup>\*</sup>, la probabilité qu'une valeur *suspecte* soit effectivement identifiée est ainsi de 95 % dès que  $N > 6$ . Le choix d'un écart plus large aurait entraîné l'augmentation de la taille minimum des échantillons pour obtenir le même niveau de confiance (par exemple  $N > 50$  pour un intervalle de  $3s$ ), tout en augmentant le risque d'introduire des valeurs erronées dans le calcul des moyennes (11).

Compte tenu de la variabilité découlant de l'évolution continue des conditions hydrologiques au cours du cycle annuel, l'intervalle  $2s$  est toutefois trop sévère pour justifier l'élimination a priori de toutes les valeurs *suspectes*. C'est pourquoi nous avons fixé un second seuil à  $3s$ , afin de distinguer les valeurs *douteuses* (flag = 2) éventuellement utilisables, des mesures *aberrantes* (flag = 0) dont l'écart à la moyenne est inacceptable.

Ce test élimine d'une part les valeurs *aberrantes* ( $>3s$ ) et d'autre part les articles pour lesquels les trois paramètres  $S$ ,  $\theta$  et  $\sigma_\theta$  se révèlent simultanément *douteux*. Dans le premier cas, les mesures sont simplement identifiées ; dans le second cas, les articles sont écartés de la suite du traitement.

### Test 2 : Validation des valeurs *douteuses*

Cette validation est basée sur le contrôle de la stabilité de la colonne d'eau de part et d'autre de l'immersion correspondant à la mesure en cause, les erreurs sur la salinité ou la température se répercutant sur la valeur de  $\sigma_\theta$ . Par convention, les mesures *douteuses* sont rejetées (flag = 0) dès qu'elles coïncident avec une inversion de densité dépassant  $\delta\sigma_\theta = 0.05$  pour les profondeurs inférieures à 50 m et  $\delta\sigma_\theta = 0.02$  pour les immersions supérieures à 50 m.

### Test 3 : Elimination des valeurs extrêmes résiduelles

Les données n'étant utilisables, pour la définition des moyennes caractéristiques, que dans la mesure où elles ne s'écartent pas significativement de la moyenne calculée sur l'échantillon validé (flags 1 et 2), il est nécessaire d'éliminer les valeurs extrêmes qui pourraient encore subsister à ce stade du traitement. Ce test est particulièrement important dans le cas d'échantillons comportant des valeurs fortement aberrantes, résultant par exemple d'erreurs de transcription. De telles valeurs entraînent un accroissement anormal de l'écart type, influençant la définition des seuils du premier tri. D'autres valeurs aberrantes, appartenant au même échantillon, risquent ainsi d'échapper à l'élimination ou à la validation réalisées par les deux premiers tests. Pour ce dernier test, l'écart maximum admissible, par rapport à la moyenne calculée sur l'échantillon validé, a été fixé à  $3s$ .

\* 60 à 70 % des échantillons présentent une distribution assimilable à une gaussienne (cf : "Discussion des résultats").



## DISCUSSION

L'objectif final de ce travail consistait à produire un document pouvant servir de référence à la communauté océanographique engagée dans des études relatives à la Méditerranée, et plus particulièrement au bassin Liguro-Provençal. Une mise à jour des résultats en fonction de l'accroissement du patrimoine de données de la banque du BNDO est aisément concevable en raison de la flexibilité de la méthode mise au point, utilisable par ailleurs sans problèmes particuliers pour d'autres zones océaniques. L'interprétation purement océanographique des résultats dépasse largement le cadre de ce rapport et sera entreprise ultérieurement. Dans ce paragraphe nous discutons essentiellement les conséquences pratiques et les limitations du traitement.

L'analyse statistique réalisée représente la première utilisation globale du patrimoine de données recueillies dans le bassin Liguro-Provençal. Elle conduit à la définition des situations moyennes caractéristiques, présentées dans la dernière partie du document. Elle permet de dresser un premier bilan de la couverture du bassin dans le cadre de campagnes océanographiques, et de délimiter les zones critiques dans lesquelles cette couverture est insuffisante.

Pour les mois d'Avril à Octobre, le bassin est quasiment couvert dans sa totalité, même si certaines zones ne comportent qu'un faible nombre de stations (fig. 2 d, e, f). De Novembre à Mars, seules les zones 1, 7, 14, 15, 16 et 17 sont échantillonnées de façon représentative (fig. 2 a, b, c, g). Cette répartition reflète l'intensification des croisières durant la période estivale, plus propice à l'exécution des opérations à la mer.

Sur les 238 zones-périodes examinées, 108 (43 %) comportent au moins 5 stations et sont exploitables au sens de notre étude.

La répartition par période se présente comme suit :

- 13 zones sont exploitables sur 5 périodes au moins du cycle annuel.  
Elles sont suffisamment représentatives pour justifier le tracé des courbes  $\theta/S$  moyennes. Ces zones correspondent aux régions dans lesquelles l'activité des stations marines côtières est intense (zones : 1, 2, 4, 7, 10, 14 à 20, 34).
- 13 zones sont partiellement exploitables, soit moins de 5 périodes du cycle annuel (zones : 3, 8, 9, 11 à 13, 23 à 26, 29, 32, 33).
- 8 zones sont inexploitable, le nombre de stations étant toujours inférieur à 5. (zones : 5, 6, 21, 22, 27, 28, 30, 31).  
Ces zones critiques sont situées au SW du bassin, mais surtout dans la mer de Ligurie \*. Nous en avons déduit que les données recueillies au cours des missions italiennes ne sont pas transmises systématiquement au NODC, hypothèse confirmée par la comparaison des descriptifs de croisières (Tab. II), et des références trouvées dans la littérature (12), (13), (14), (15).

---

\* Les zones 5, 6, 30, 31 ne sont pas rattachées au bassin Liguro-Provençal proprement dit.



## SIGNIFICATION STATISTIQUE

Les différents paramètres statistiques : niveau de probabilité, intervalle de confiance, etc... n'ont de sens strict que dans la mesure où les valeurs sont normalement distribuées. Dans le cas contraire, les critères statistiques gardent néanmoins un caractère qualitatif utile. La normalité des échantillons correspondant aux 238 zones/périodes du réseau spatio-temporel a été examinée, pour chaque profondeur standard, après élimination des valeurs aberrantes. Le test de normalité est fondé sur l'examen des coefficients de dissymétrie et d'aplatissement (11). Sa sélectivité diminuant avec le nombre de valeurs, seuls les échantillons comportant au moins 6 valeurs sont considérés comme représentatifs. L'assimilation ou non à une distribution gaussienne est certes très approximative dans le cas des faibles valeurs de N. Le pourcentage de distributions répondant aux critères de normalité est toutefois élevé, puisqu'il dépasse 60 % (Tab. III a, b, c), quel que soit le paramètre considéré. On notera de plus que ce pourcentage est relativement constant, avec une exception pour la température aux immersions comprises entre 30 et 75 m, où la proportion d'échantillons gaussiens diminue jusqu'à moins de 50 %, en raison sans doute des discontinuités marquées au voisinage de la thermocline.

## QUALITE DES DONNEES ET DE L'ECHANTILLONNAGE

Le tableau IV résume la répartition des valeurs examinées ou éliminées aux différents stades de la procédure de validation. Le pourcentage final des mesures rejetées représente moins de 1 % des mesures disponibles. Cette proportion est vraisemblablement inférieure à celle qui aurait résulté d'un contrôle systématique au niveau des stations. On rappellera en effet que les tests appliqués sont de nature statistique, et que leur pouvoir de discrimination est fonction de la taille des échantillons. Les valeurs douteuses ne sont pas obligatoirement identifiées pour les petits échantillons ( $N < 6$ ) qui représentent une fraction non négligeable des cas rencontrés (cf. Tab. III). Les tests statistiques ne distinguent pas non plus les erreurs mineures lorsque les écarts qu'elles entraînent sont comparables à la dispersion naturelle, puisque de telles erreurs ne modifient pas significativement la définition des valeurs moyennes. Le taux d'élimination de 1 % doit donc être interprété dans un sens statistique, et non en tant que facteur de qualité intrinsèque des données fournies à la banque.



***** * TEMPERATURE * ECHANTILLONS REPRESENTATIFS *****					
* IMMERSIONS	GAUSSIENS	DOUTEUX	NON-GAUSSIENS	N<6	N=0 *
* 0	66( 78%)	6( 7%)	12( 15%)	102	52 *
* 10	72( 75%)	10( 10%)	14( 15%)	98	44 *
* 20	68( 70%)	15( 15%)	14( 15%)	97	44 *
* 30	56( 57%)	21( 21%)	20( 22%)	97	44 *
* 50	49( 50%)	15( 15%)	33( 35%)	97	44 *
* 75	57( 59%)	18( 18%)	21( 23%)	98	44 *
* 100	64( 67%)	15( 15%)	16( 18%)	99	44 *
* 150	72( 79%)	11( 12%)	8( 9%)	100	47 *
* 200	74( 81%)	9( 9%)	8( 10%)	99	48 *
* 250	69( 79%)	8( 9%)	10( 12%)	101	50 *
* 300	66( 80%)	9( 10%)	7( 10%)	104	52 *
* 400	53( 69%)	12( 15%)	11( 16%)	105	57 *
* 500	46( 74%)	9( 14%)	7( 12%)	106	70 *
* 600	43( 76%)	7( 12%)	6( 12%)	106	76 *
* 800	33( 73%)	10( 22%)	2( 5%)	105	88 *
* 1000	31( 81%)	4( 10%)	3( 9%)	98	102 *
*****					

***** * SALINITE * ECHANTILLONS REPRESENTATIFS *****					
* IMMERSIONS	GAUSSIENS	DOUTEUX	NON-GAUSSIENS	N<6	N=0 *
* 0	64( 75%)	6( 7%)	14( 17%)	102	52 *
* 10	70( 72%)	15( 15%)	11( 13%)	98	44 *
* 20	70( 72%)	15( 15%)	12( 13%)	97	44 *
* 30	76( 78%)	10( 10%)	11( 12%)	97	44 *
* 50	74( 76%)	11( 11%)	12( 13%)	97	44 *
* 75	74( 77%)	11( 11%)	11( 12%)	98	44 *
* 100	74( 77%)	14( 14%)	7( 9%)	99	44 *
* 150	63( 69%)	14( 15%)	14( 16%)	100	47 *
* 200	71( 78%)	7( 7%)	13( 15%)	99	48 *
* 250	64( 73%)	16( 18%)	7( 9%)	101	50 *
* 300	64( 78%)	6( 7%)	12( 15%)	104	52 *
* 400	53( 69%)	10( 13%)	13( 18%)	105	57 *
* 500	43( 69%)	7( 11%)	12( 20%)	106	70 *
* 600	39( 68%)	6( 10%)	12( 22%)	105	76 *
* 800	31( 70%)	4( 9%)	9( 21%)	106	88 *
* 1000	24( 64%)	7( 18%)	6( 18%)	99	102 *
*****					

***** * DENSITE * ECHANTILLONS REPRESENTATIFS *****					
* IMMERSIONS	GAUSSIENS	DOUTEUX	NON-GAUSSIENS	N<6	N=0 *
* 0	63( 75%)	10( 11%)	11( 14%)	102	52 *
* 10	70( 72%)	16( 16%)	10( 12%)	98	44 *
* 20	66( 68%)	17( 17%)	14( 15%)	97	44 *
* 30	66( 68%)	14( 14%)	17( 18%)	97	44 *
* 50	60( 61%)	20( 20%)	17( 19%)	97	44 *
* 75	68( 70%)	9( 9%)	19( 21%)	98	44 *
* 100	73( 76%)	9( 9%)	13( 15%)	99	44 *
* 150	64( 70%)	8( 8%)	19( 22%)	100	47 *
* 200	66( 73%)	10( 11%)	14( 16%)	100	48 *
* 250	63( 72%)	7( 8%)	17( 20%)	101	50 *
* 300	55( 67%)	11( 13%)	16( 20%)	104	52 *
* 400	59( 77%)	7( 9%)	10( 14%)	105	57 *
* 500	46( 74%)	9( 14%)	7( 12%)	106	70 *
* 600	41( 71%)	6( 10%)	10( 19%)	105	76 *
* 800	34( 77%)	4( 9%)	6( 14%)	106	88 *
* 1000	27( 71%)	5( 13%)	6( 16%)	98	102 *
*****					

TABLEAU III. - Normalité de la distribution des échantillons



	Test 1			Test 2			Test 3		Résultat Final	
	N = 26522 articles			Validation			valeurs extrêmes		Valeurs	
	< 2s	2s-3s	>3s	N	Stable	Instable	N validés	>3s	Utilisées Eliminées	
$\theta$	25610	831	81	831	801	30	26411	39	26372	150
S	25617	819	86	819	768	51	26385	32	26353	169
$\sigma_\theta$	25513	836	93	836	774	62	26367	19	26348	174

TABLEAU IV. - Résultats des tests

La faible taille des échantillons représente la principale limitation dans l'application de la méthode proposée. Elle peut être particulièrement critique dans la couche superficielle où la variabilité est forte ; dans cette partie de la colonne d'eau, plus spécialement en été et durant les périodes de transition, les valeurs moyennes devront être considérées avec réserves lorsque l'échantillon comporte moins de 6 valeurs. Pour les couches profondes, l'homogénéité du milieu permet de définir les valeurs moyennes à partir d'un nombre plus restreint de mesures. Cette homogénéité est évidente sur les cartes correspondant aux immersions supérieures à 200 m. A ces profondeurs, le découpage géographique adopté, conservé sur toute la colonne d'eau pour plus de simplicité, est surabondant. Dans le cas de mesures isolées, les moyennes effectuées sur plusieurs zones adjacentes seraient vraisemblablement plus représentatives.

#### DEFINITION DE $\sigma_\theta$ MOYEN

Si la définition d'une valeur moyenne est évidente pour la salinité et pour la température, il n'en est pas de même pour  $\sigma_\theta$ , paramètre pour lequel on dispose de deux options. La moyenne peut être considérée soit :

- a) en tant que moyenne des  $\sigma_\theta$  calculés au niveau des articles composant les échantillons :  $\langle \sigma_\theta \rangle$
- b) en tant que valeur moyenne calculée à partir des valeurs moyennes de S et de T pour la maille correspondante :  $\bar{\sigma}_\theta$

On notera que  $\bar{\sigma}_\theta$  est une valeur déduite, dont le calcul fait intervenir des relations non-linéaires entre S,  $\theta$  et  $\sigma_\theta$  ; en toute rigueur, elle représente le résultat du mélange de volumes d'eau égaux provenant des différents articles de l'échantillon, mélange qui ne présente pas de réalité physique pour des stations réparties dans le temps et dans l'espace. Il est par exemple évident que dans le cas d'un échantillon constitué par des points répartis sur une même isopycne,  $\bar{\sigma}_\theta$  ne correspond pas à la valeur moyenne, (par extension à la valeur la plus probable, égale dans ce cas à celle de l'isopycne elle-même) mais que l'on aura toujours  $\bar{\sigma}_\theta > \langle \sigma_\theta \rangle$  en raison de la courbure des isopycnes.



La distribution  $N(\langle\sigma_\theta\rangle - \bar{\sigma}_\theta)$  des écarts, normalisée à 100 % pour la fréquence maximum (537 valeurs), présente effectivement un maximum pour la classe  $-0.003 < (\langle\sigma_\theta\rangle - \bar{\sigma}_\theta) < -0.002$  (fig. 4). Par contre, ce maximum ne coïncide pas avec une valeur caractéristique de l'écart  $\langle\sigma_\theta\rangle - \bar{\sigma}_\theta$ , la distribution  $N(\langle\sigma_\theta\rangle)$  de l'échantillonnage conférant un poids excessif aux mesures correspondant à des  $\langle\sigma_\theta\rangle$  élevés. La forme de  $N(\langle\sigma_\theta\rangle)$  est une conséquence de la répartition des immersions standard et de l'épaisseur relative des diverses masses d'eau. Pour établir l'éventuelle relation entre  $\langle\sigma_\theta\rangle - \bar{\sigma}_\theta$  et  $\langle\sigma_\theta\rangle$ , le domaine  $26.60 < \sigma_\theta < 29.20$  est divisé en 13 classes égales. La moyenne des écarts  $d\sigma_\theta = \sum (\langle\sigma_\theta\rangle - \bar{\sigma}_\theta) / N(\langle\sigma_\theta\rangle)$  est calculée pour toutes les classes telles que  $N(\langle\sigma_\theta\rangle) > 10$ .

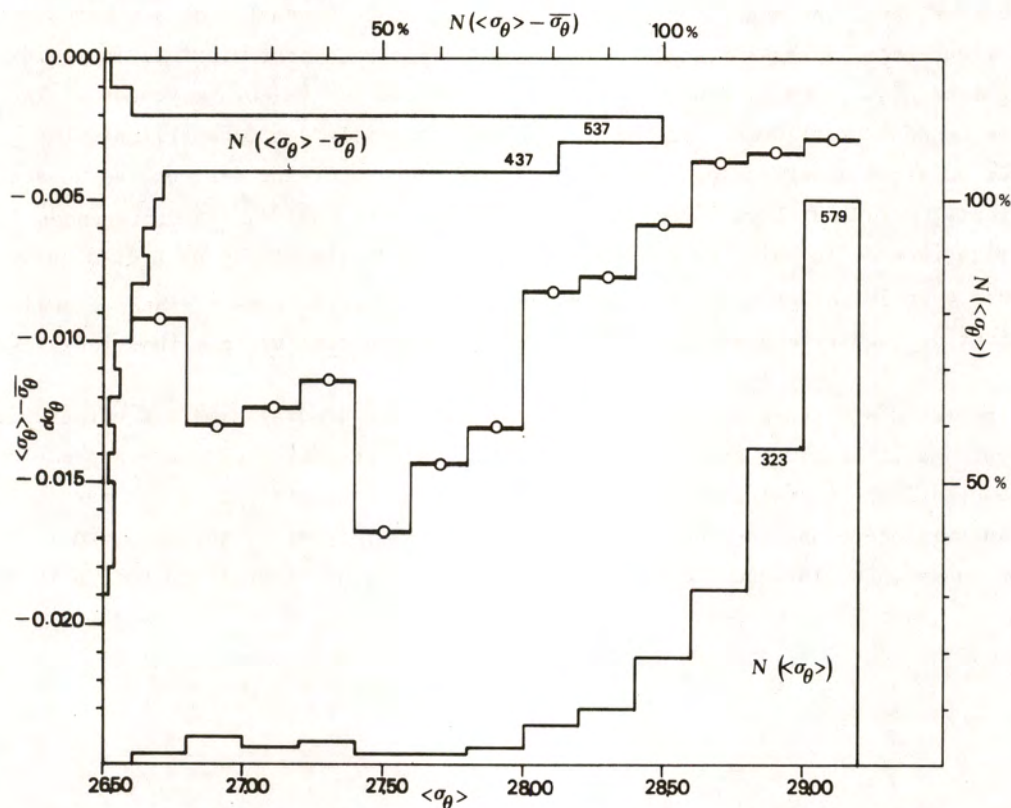


FIGURE 4. - Distribution de  $\langle\sigma_\theta\rangle$  et des écarts  $\langle\sigma_\theta\rangle - \bar{\sigma}_\theta$

Pour  $26.60 < \sigma_\theta < 27.40$ , soit l'eau de la couche superficielle en période estivale <sup>\*</sup>, on a  $0.009 < |d\sigma_\theta| < 0.013$ .  $|d\sigma_\theta|$  atteint un maximum de 0.016 pour  $\langle\sigma_\theta\rangle = 27.50$ , valeur fréquente dans la thermocline estivale. La diminution progressive de  $|d\sigma_\theta|$  en fonction de  $\langle\sigma_\theta\rangle$  conduit à  $|d\sigma_\theta| < 0.005$  pour  $\sigma_\theta > 28.60$ , cette dernière valeur étant dépassée sur la totalité du bassin pour les immersions supérieures à 200 m. En principe, ces différences  $d\sigma_\theta$  sont toujours négligeables comparées aux écarts-types  $s = s(\sigma_\theta)$ , qui atteignent  $0.400 < s < 0.500$  pour la couche superficielle en période estivale et  $0.020 < s < 0.030$  en toute saison au-dessous de la thermocline. C'est donc essentiellement le fait que  $\bar{\sigma}_\theta$  ne présente aucun caractère statistique intrinsèque qui a motivé le choix final de  $\langle\sigma_\theta\rangle$  pour la présentation des cartes synoptiques.

\* Voir cartes des périodes 5 et 6, p. 14

## CARTES SYNOPTIQUES ET DIAGRAMMES $\theta/S$ : EXAMEN GENERAL

Les valeurs obtenues sont en bon accord avec les connaissances actuelles de la structure hydrologique et de la circulation générale. Elles confirment une variabilité plus marquée de la salinité et de  $\sigma_\theta$  dans les zones côtières que dans les zones du large, et les fortes fluctuations de la température dans la zone superficielle durant les mois d'été, l'écart type dépassant  $1^\circ\text{C}$  jusqu'à 30 mètres de profondeur. La différenciation des zones adjacentes, avec une augmentation de la salinité et de  $\sigma_\theta$  au fur et à mesure que l'on se rapproche du centre du bassin, constitue une vérification a posteriori de la validité du découpage géographique adopté. Pour les couches profondes, les valeurs moyennes et les écarts-types ne sont pratiquement pas influencés par la taille des échantillons. Les valeurs très voisines observées pour des zones contiguës comportant des nombres de stations très différents, reflètent bien l'homogénéité du milieu. Par contre, les différences faibles mais significatives de la salinité et de  $\sigma_\theta$  entre des zones situées de part et d'autre du bassin (zones 4 et 29 par exemple) sont représentatives de variations à grande échelle, qu'il serait délicat de quantifier par des comparaisons au niveau des stations individuelles.

L'intérêt des valeurs moyennes pour la construction de diagramme  $\theta/S$  caractéristiques est également justifiée par l'augmentation rapide de la régularité des courbes avec le nombre d'observations. L'évolution saisonnière de la couche superficielle est particulièrement bien mise en évidence dans les zones côtières (zones 2 et 14), ainsi que la diminution de l'excursion en salinité lorsque l'on se rapproche de la région centrale du bassin (zones 14 à 17).



## BIBLIOGRAPHIE

- (1) NIELSEN J.N (1972) -  
Hydrography of the Mediterranean and adjacent waters  
Danish Oceanog. Exp. 1908-1910 Rep. VI p 77-191
  
- (2) GOSTAN J. (1968) -  
Contribution à l'étude hydrologique du bassin Liguro-Provençal entre la  
Riviera et la Corse.  
Thèse d'état - Fac. Sci. Paris (AO 2511) Juin 1968
  
- (3) GROUPE HYDROKOR (1973) -  
Résultats des campagnes du N.O. Korotneff. Radiale Villefranche-sur-mer - Calvi :  
Observations mensuelles hydrologiques et optiques.  
Fascicule n° 5 : 1969 - 1971  
Fascicule n° 16 : 1972 - 1973  
Centre de Recherches Océanographiques Villefranche-sur-mer
  
- (4) C.I.E.S.M. (1972) -  
IV<sup>e</sup> Journées d'études sur les pollutions marines en Méditerranée.  
Antalya, 24-27 nov. 1978
  
- (5) C.I.E.S.M. (1979) -  
Rapports et Procès Verbaux des Réunions. Océanographie Physique -  
Vol. 25-26 Fasc. 7
  
- (6) ANONYME (1972) -  
ALPEX, Scientific objectives  
Experiment concept and implementation  
I.C.E.S. - W.M.O. Genève, Jul. 1972
  
- (7) BETHOUX J.P (1977) -  
Contribution à l'étude thermique de la mer Méditerranée.  
Thèse d'Etat - Université de Paris VI
  
- (8) MERLE J. (1978) -  
Atlas hydrologique saisonnier de l'océan Atlantique intertropical.  
Travaux et documents de l'ORSTOM N° 82.
  
- (9) RAILLARD J. (1978) -  
GATE - Document général de validation  
BT-BNDO/78.04
  
- (10) B.N.D.O. (1976) -  
Catalogue des méthodes de calcul, interpolation, lissage, réduction pour les  
paramètres physiques, chimiques et biologiques en hydrologie profonde.  
Rapp. Tech. Février 1976.



- (11) AIVAZIAN S. (1970) -  
Etude statistique des dépendances  
Editions M.I.R. - Moscou
- (12) TROTTI L. (1953) -  
Risultati delle crociere talassografiche nel Mare Ligure e nell'Alto Tirreno.  
Centro Talasso. Tirreno GENOVA, Publ. N° 14 - 1953
- (13) TROTTI L. (1954) -  
Report on the oceanographic investigation in the Ligurian and North Tyrrhenian Sea  
Centro Talasso. Tirreno GENOVA, Publ. N° 16 - 1954
- (14) STOCCHINO C., TESTONI A. (1978) -  
Sulle caratteristiche idrologiche delle acque del Mar Ligure.  
Istituto Idrografico della Marina (GENOVA), I.I. 3060
- (15) PAPA L., RAPACCIUOLO A. (1978) )  
Indagine oceanografica in una zona di mare antistante il porto di Genova  
(Area Campione).  
Istituto Idrografico della Marina (GENOVA). I.I. 3064

## RESULTS

### CARTES SYNOPTIQUES

Les cartes sont réparties en 7 groupes représentant les périodes du cycle annuel. Chaque groupe comprend 16 cartes correspondant aux immersions standard entre 0 et 1000 m. On a reporté dans les mailles du réseau géographique :

- T : Température potentielle moyenne
- S : Salinité moyenne
- D : Sigma theta moyen  $\langle \sigma_\theta \rangle$  (Cf. "Discussion")
- s : Ecart-types
- N : Nombre de valeurs utilisées pour le calcul des moyennes

Les moyennes calculées sur moins de 5 mesures n'ont pas de signification statistique. Elles ont toutefois été conservées à titre indicatif, afin de donner une image aussi complète que possible du contenu actuel de la banque du BNDO.

### DIAGRAMMES $\theta/s$

Les diagrammes  $\theta/s$  sont tracés pour toutes les zones comportant au moins 5 stations pour 5 périodes du cycle annuel, soit les zones 1, 2, 4, 7, 10, 14 à 20, 34.



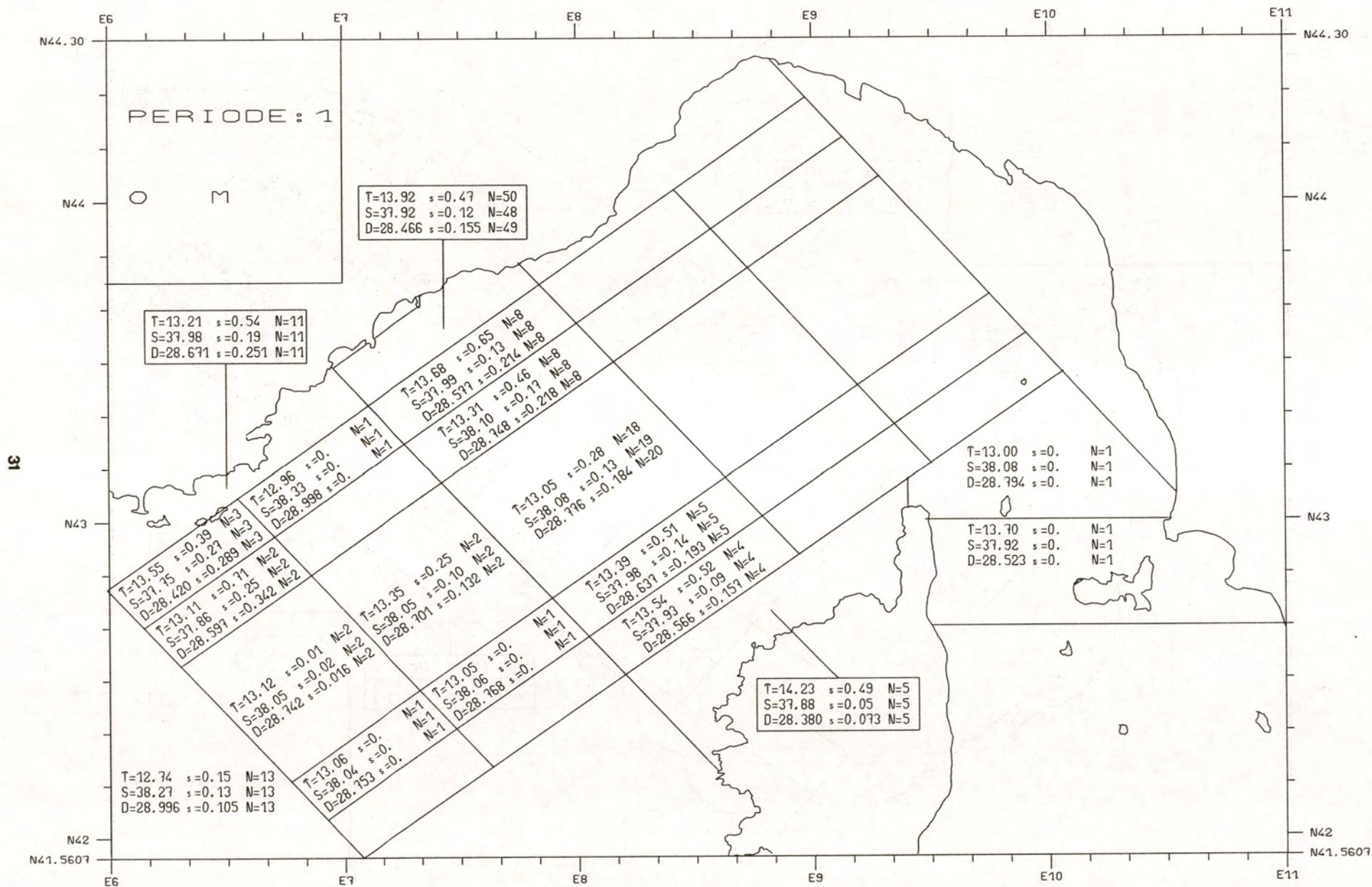
PERIODE 1

JANVIER

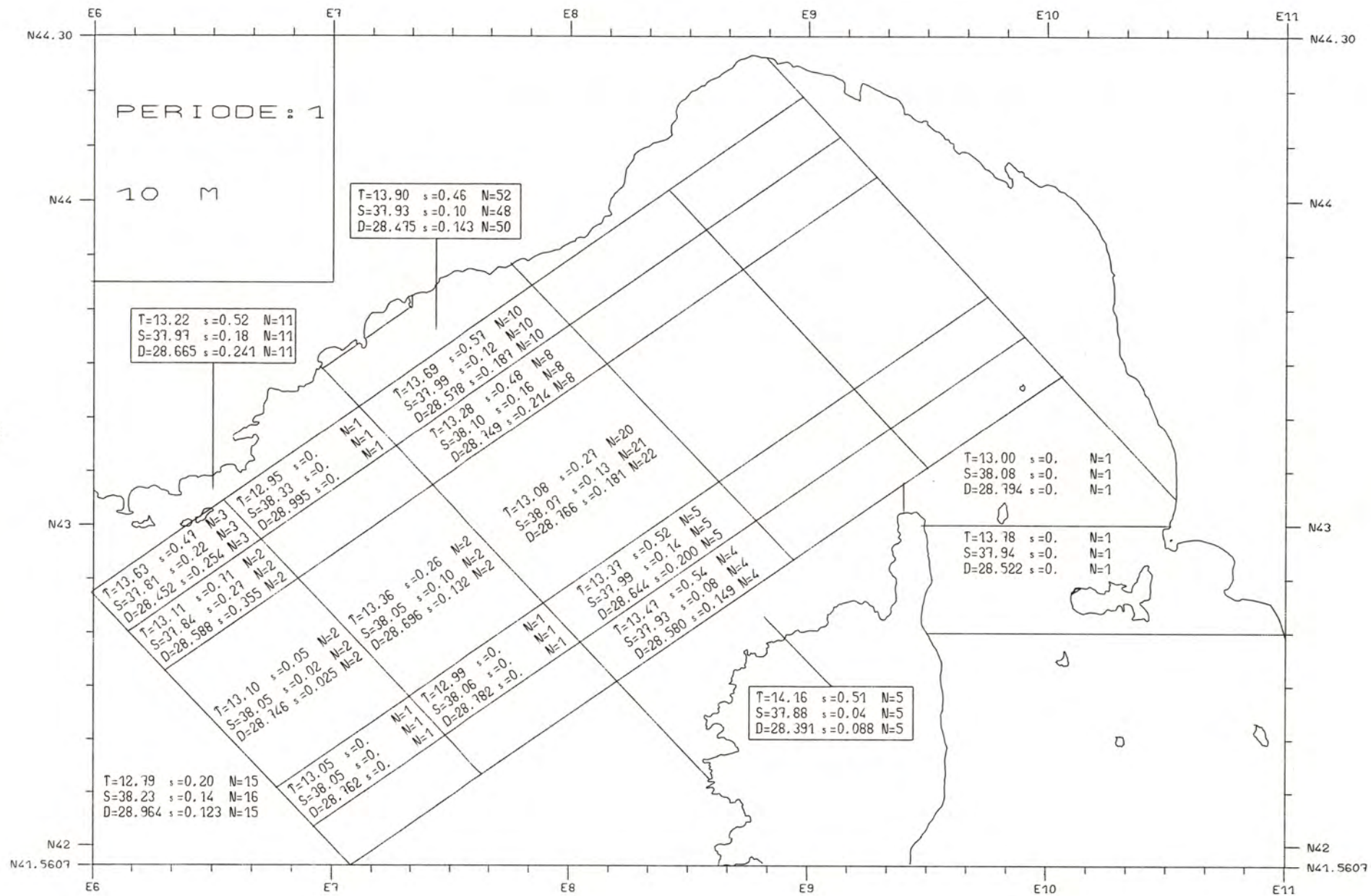
Epoque transitoire.

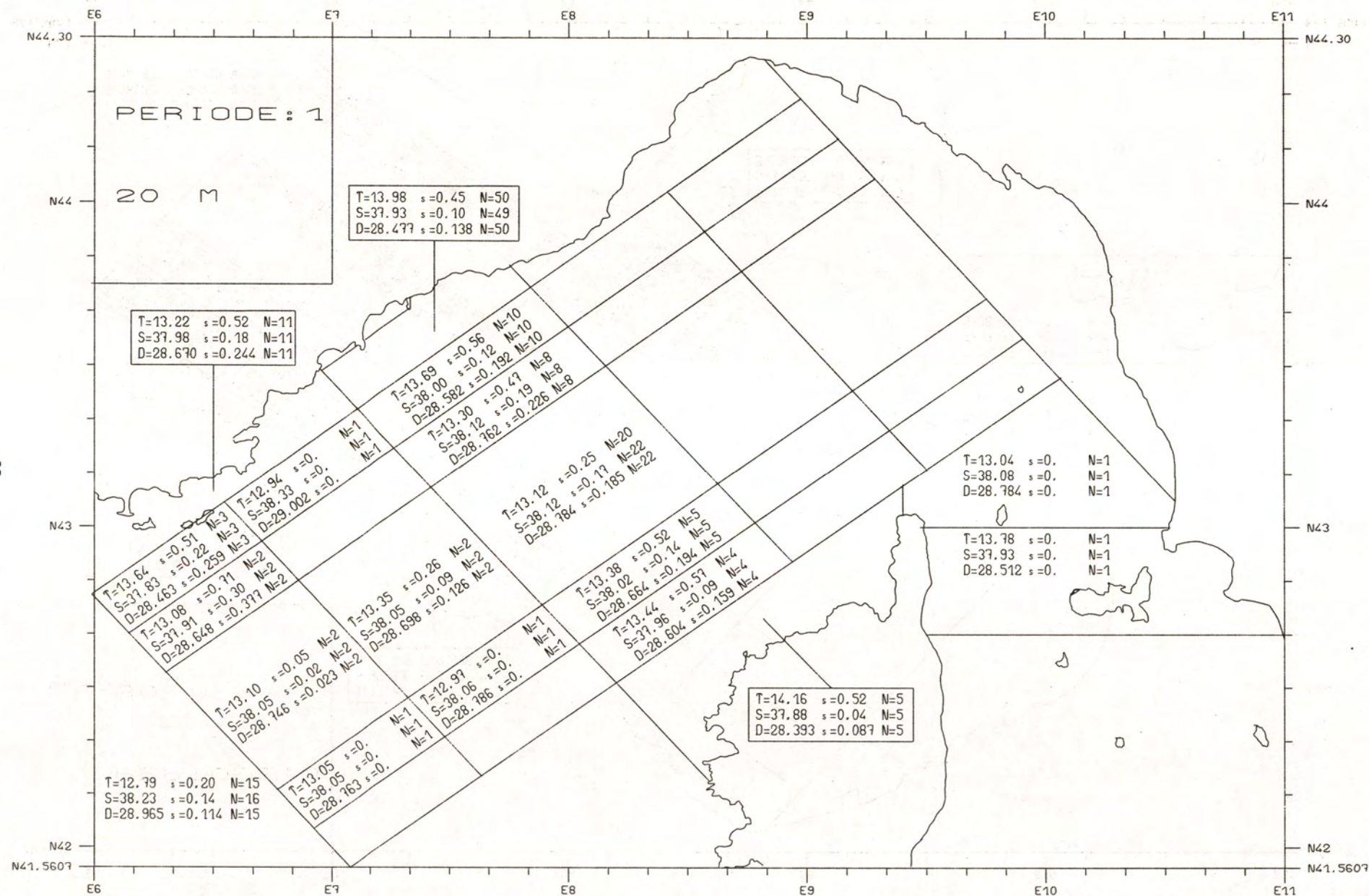
Diminution de la stabilité de la colonne d'eau



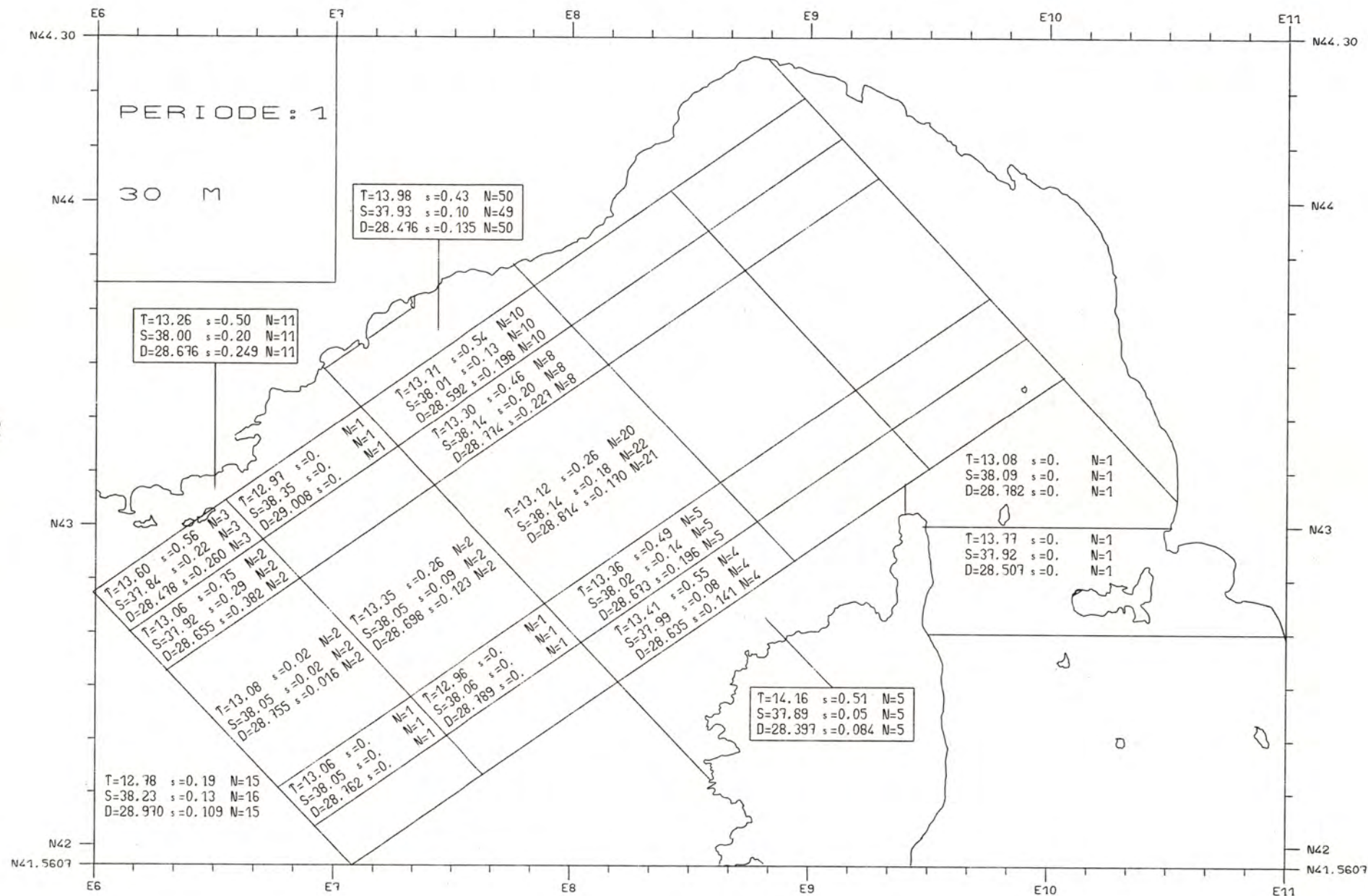


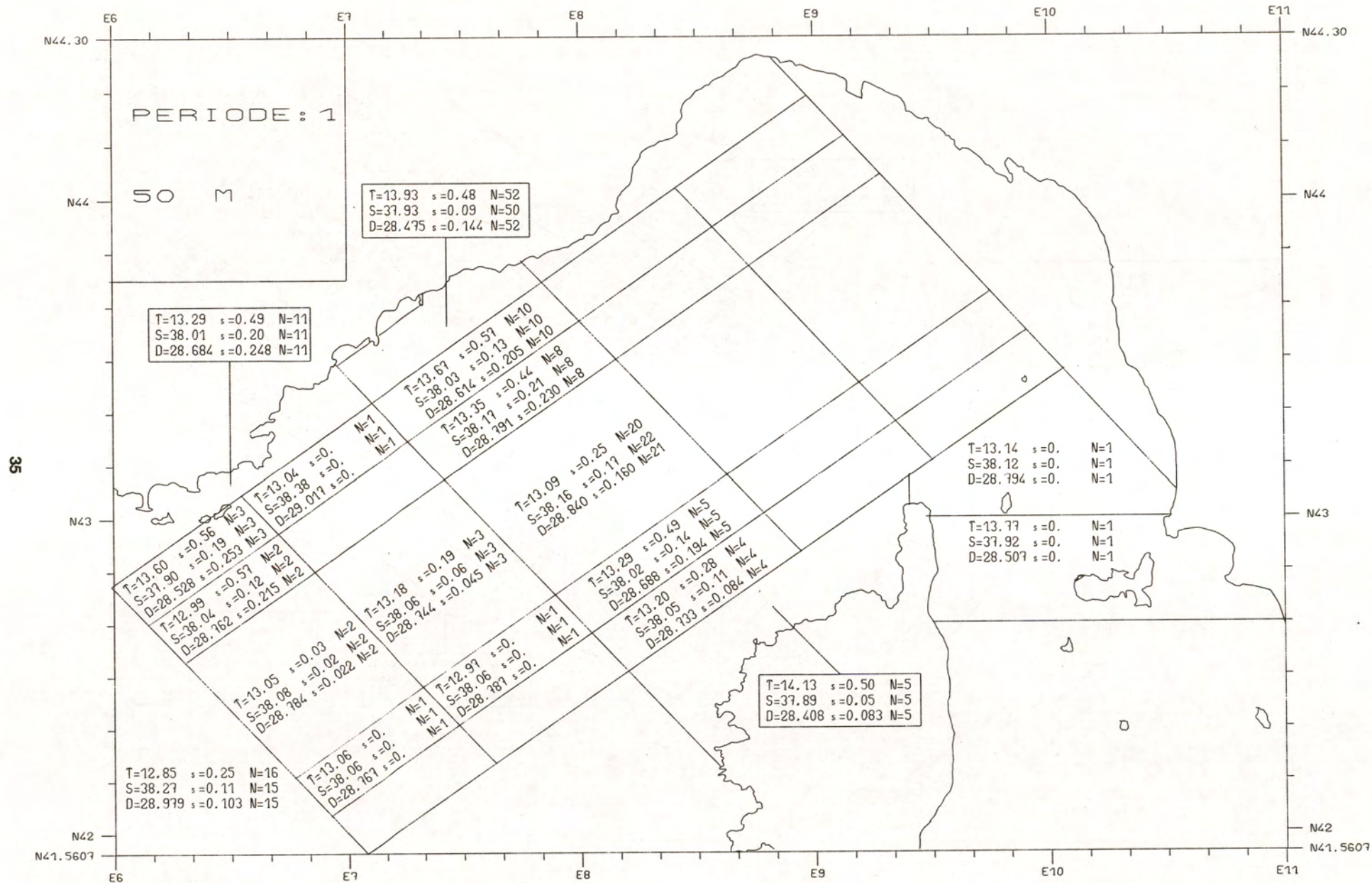




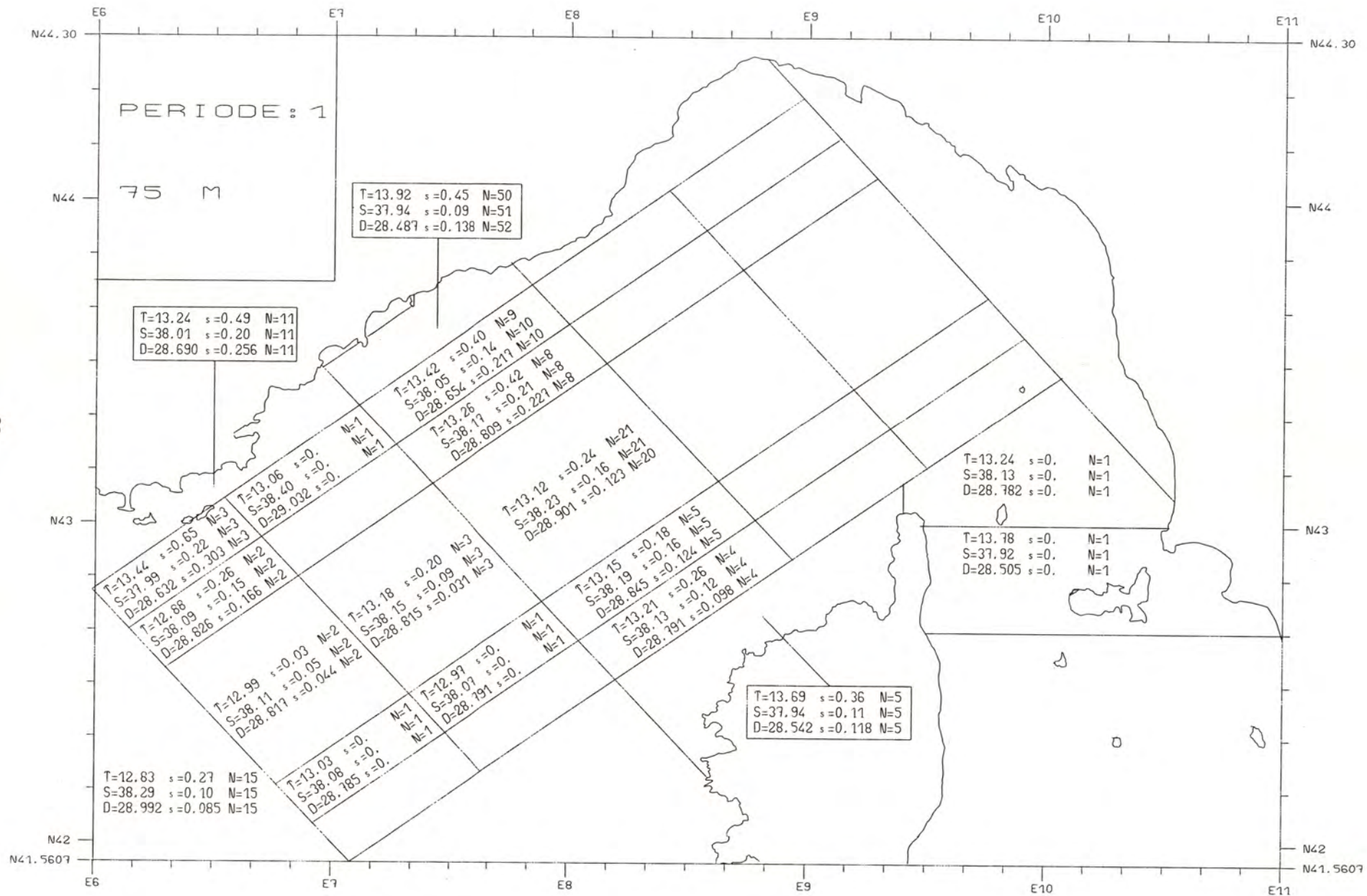


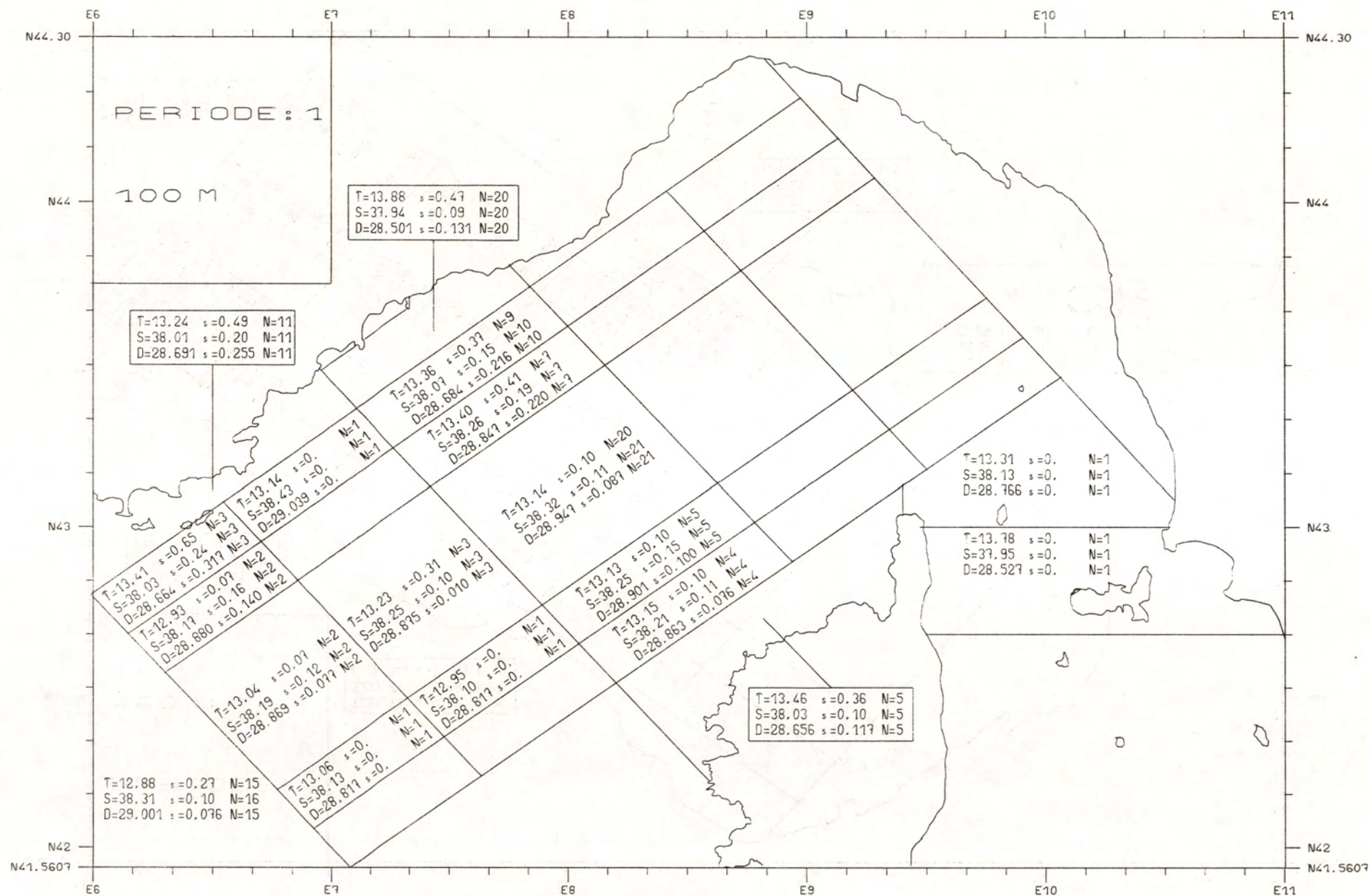




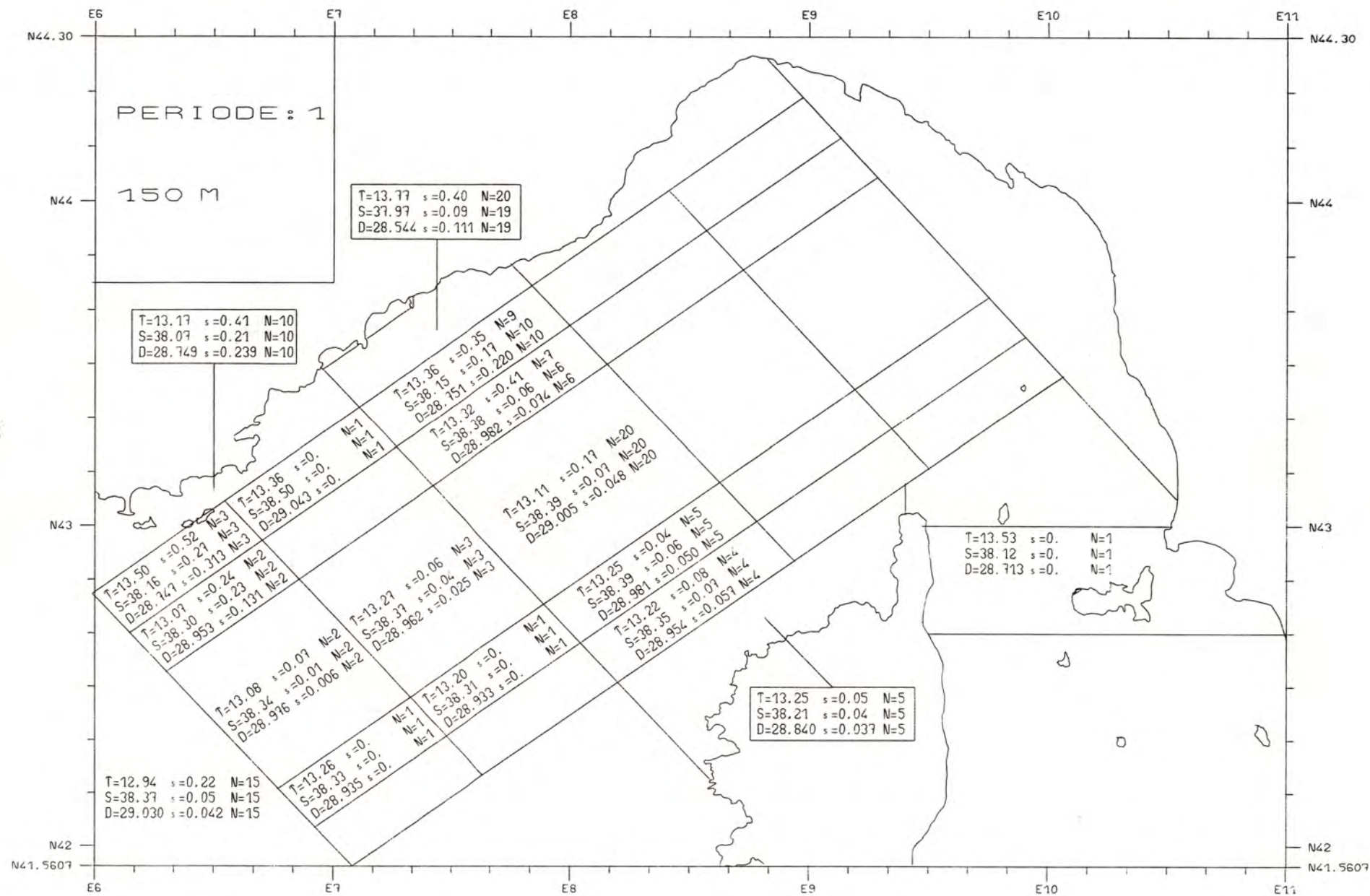


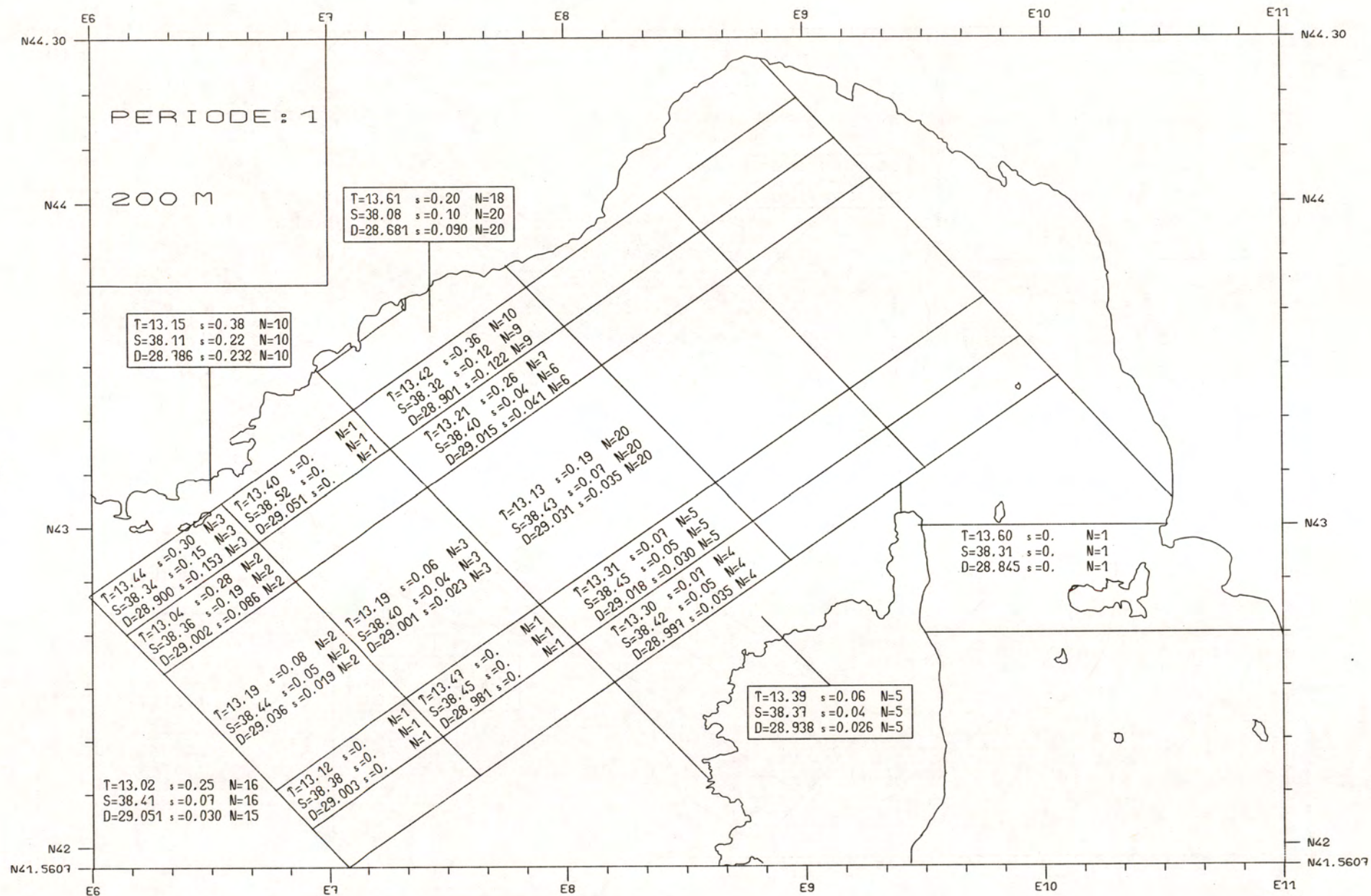




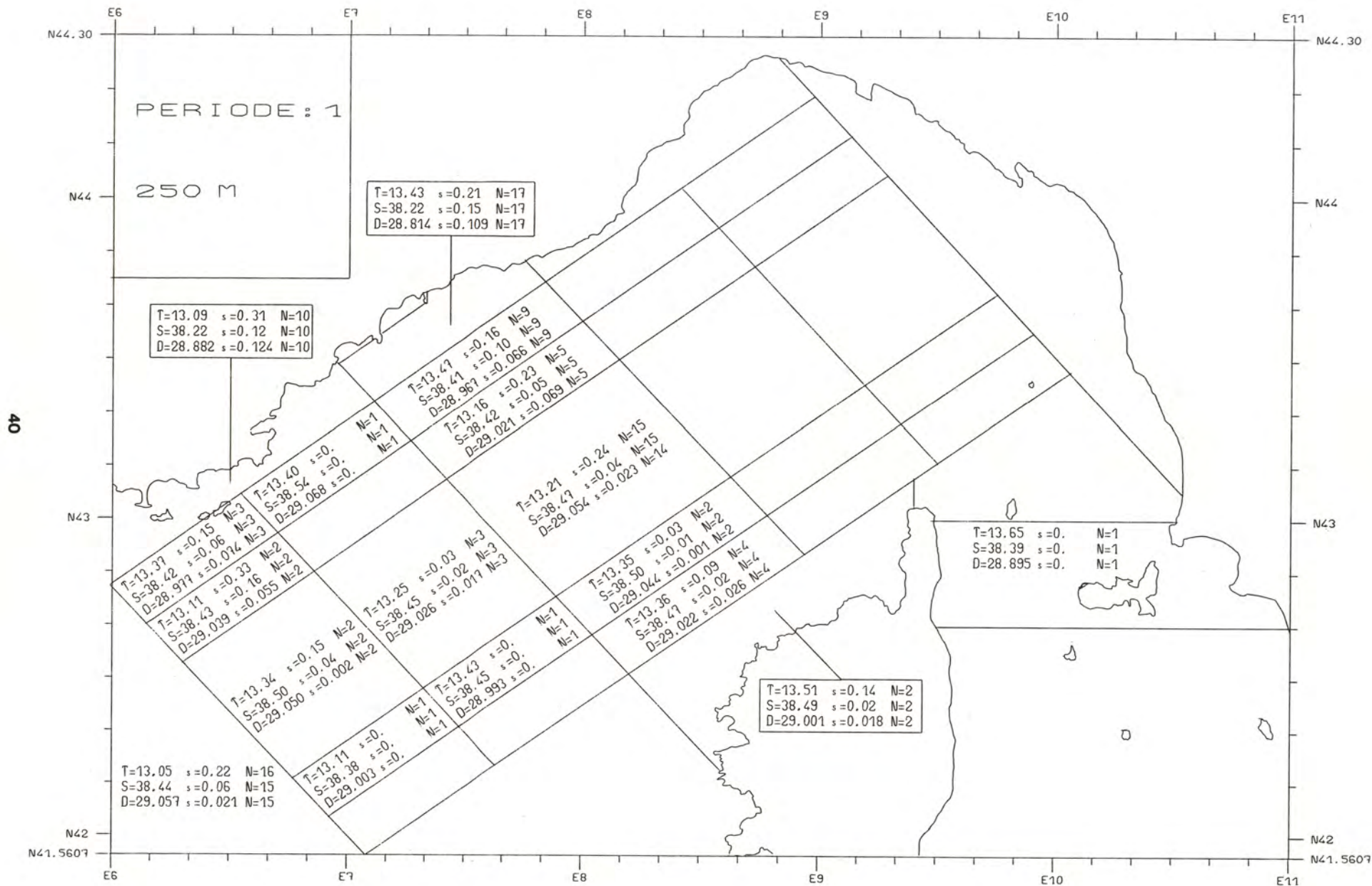


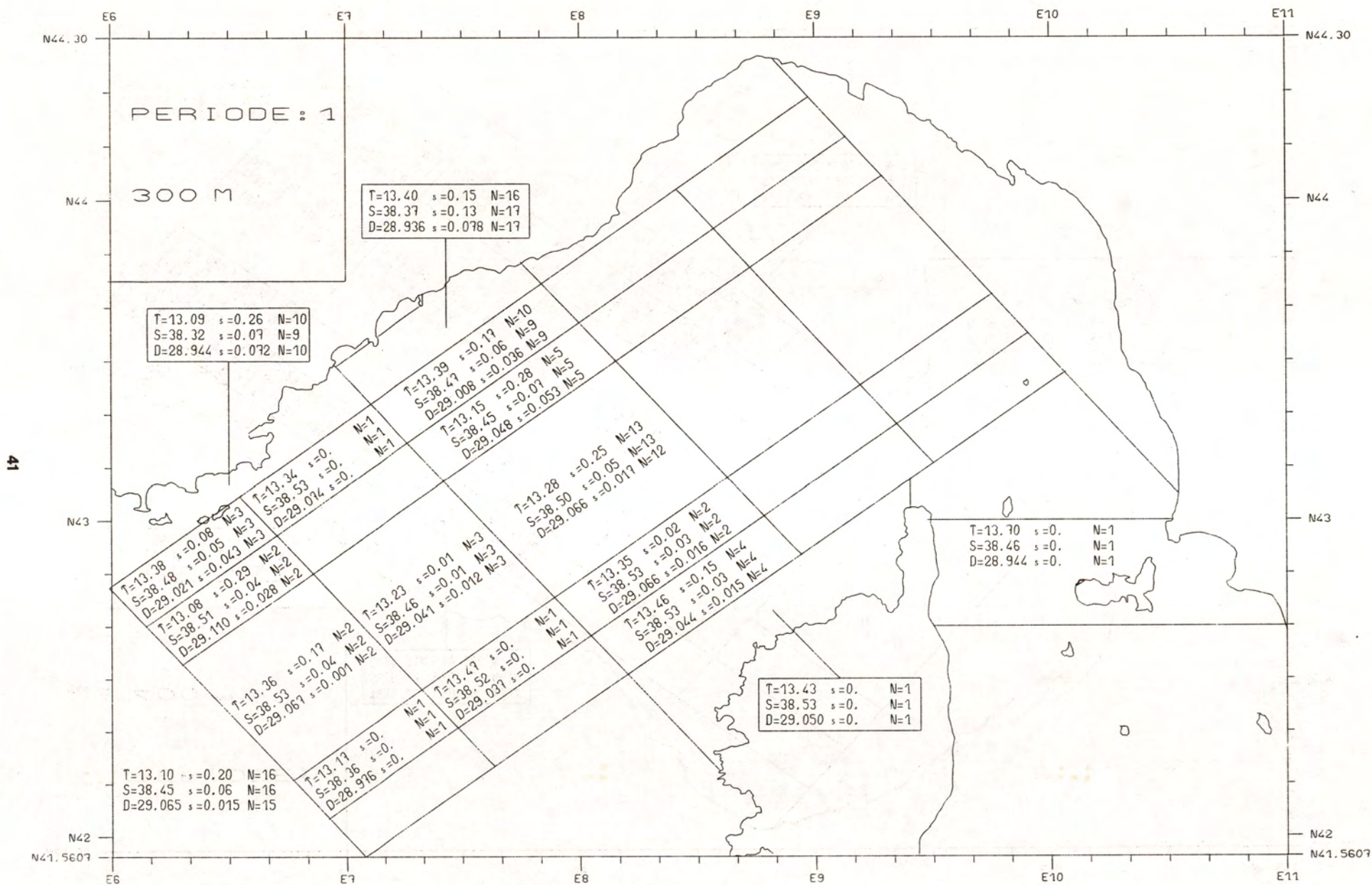




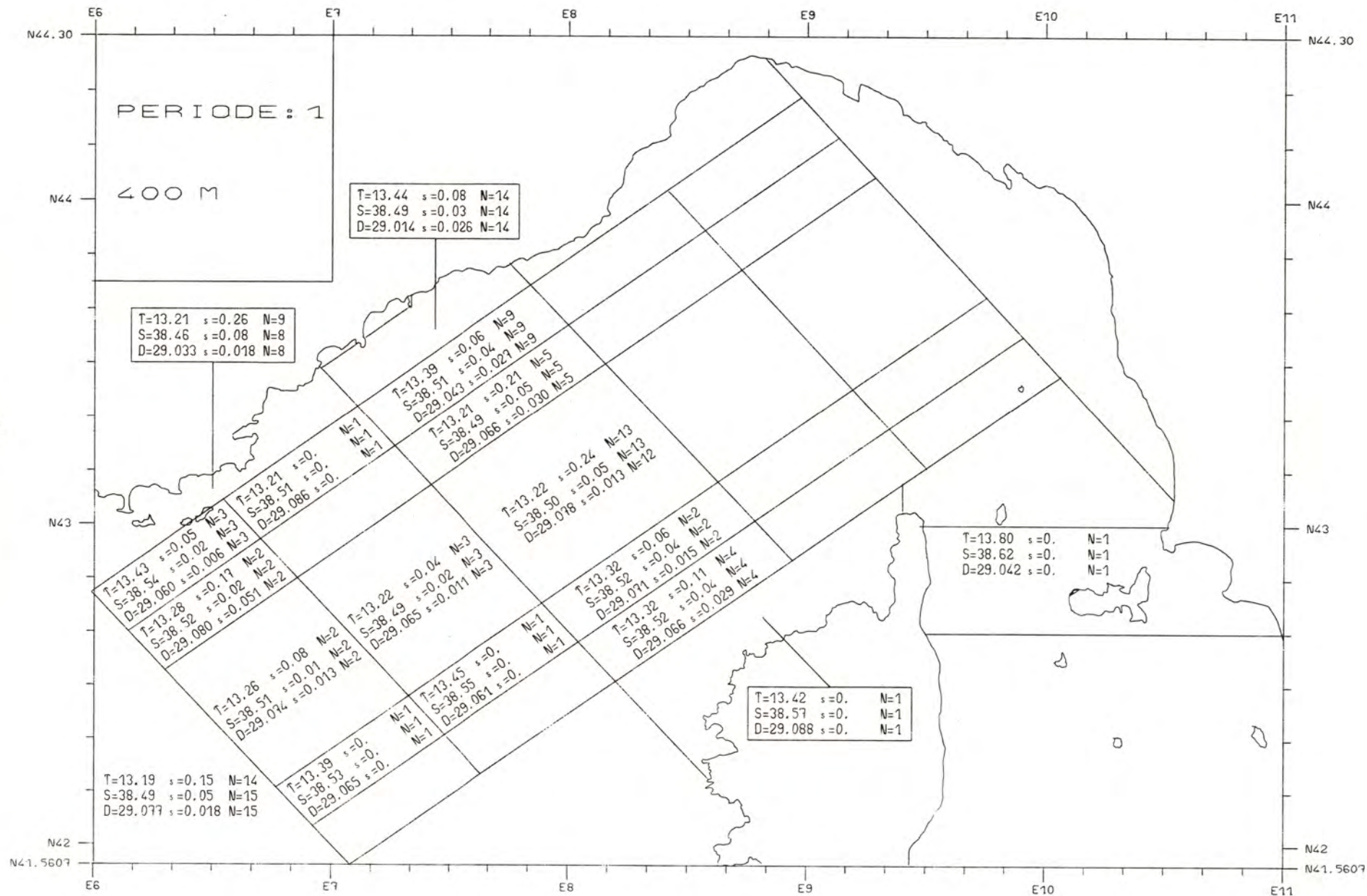


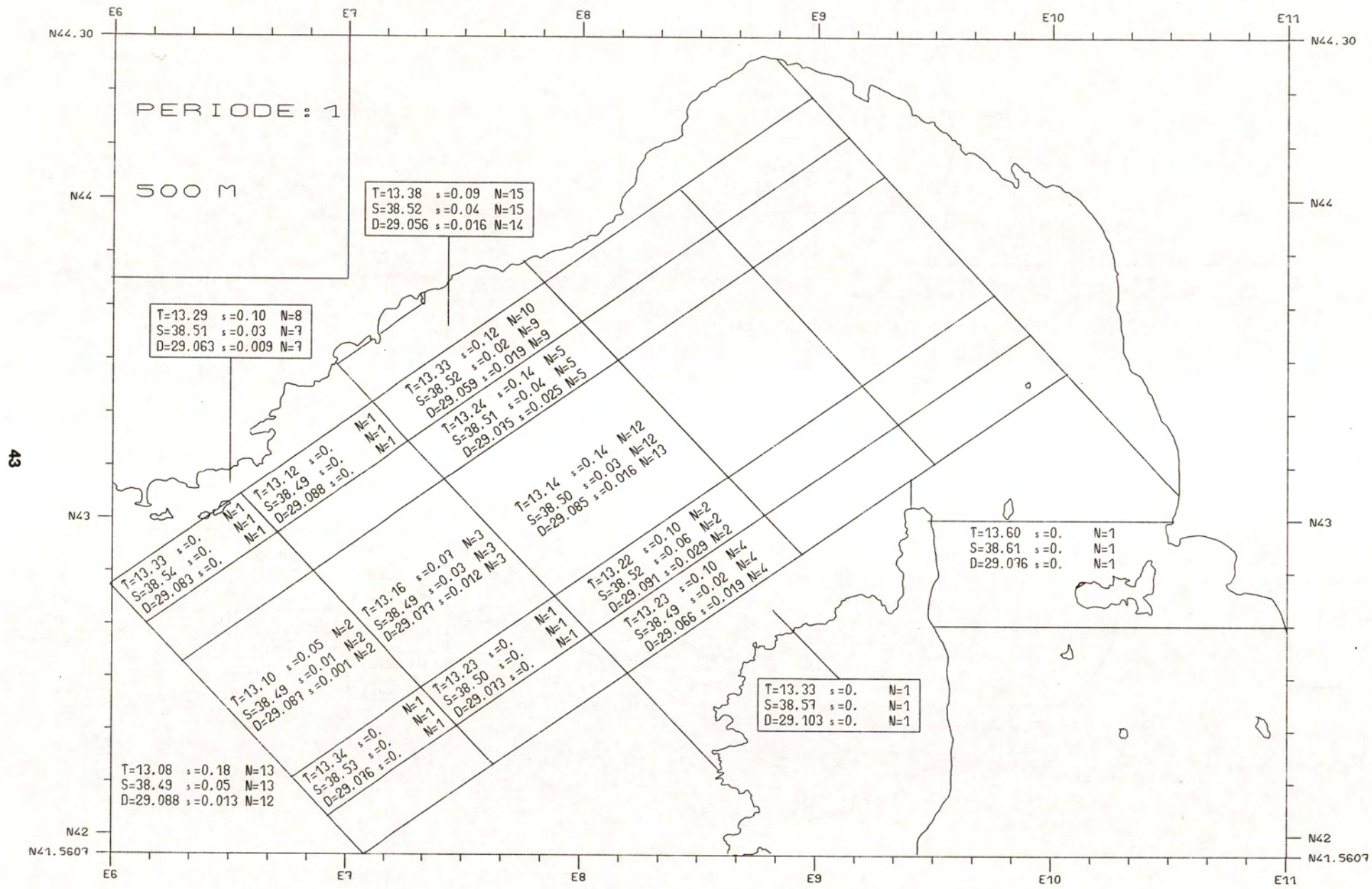




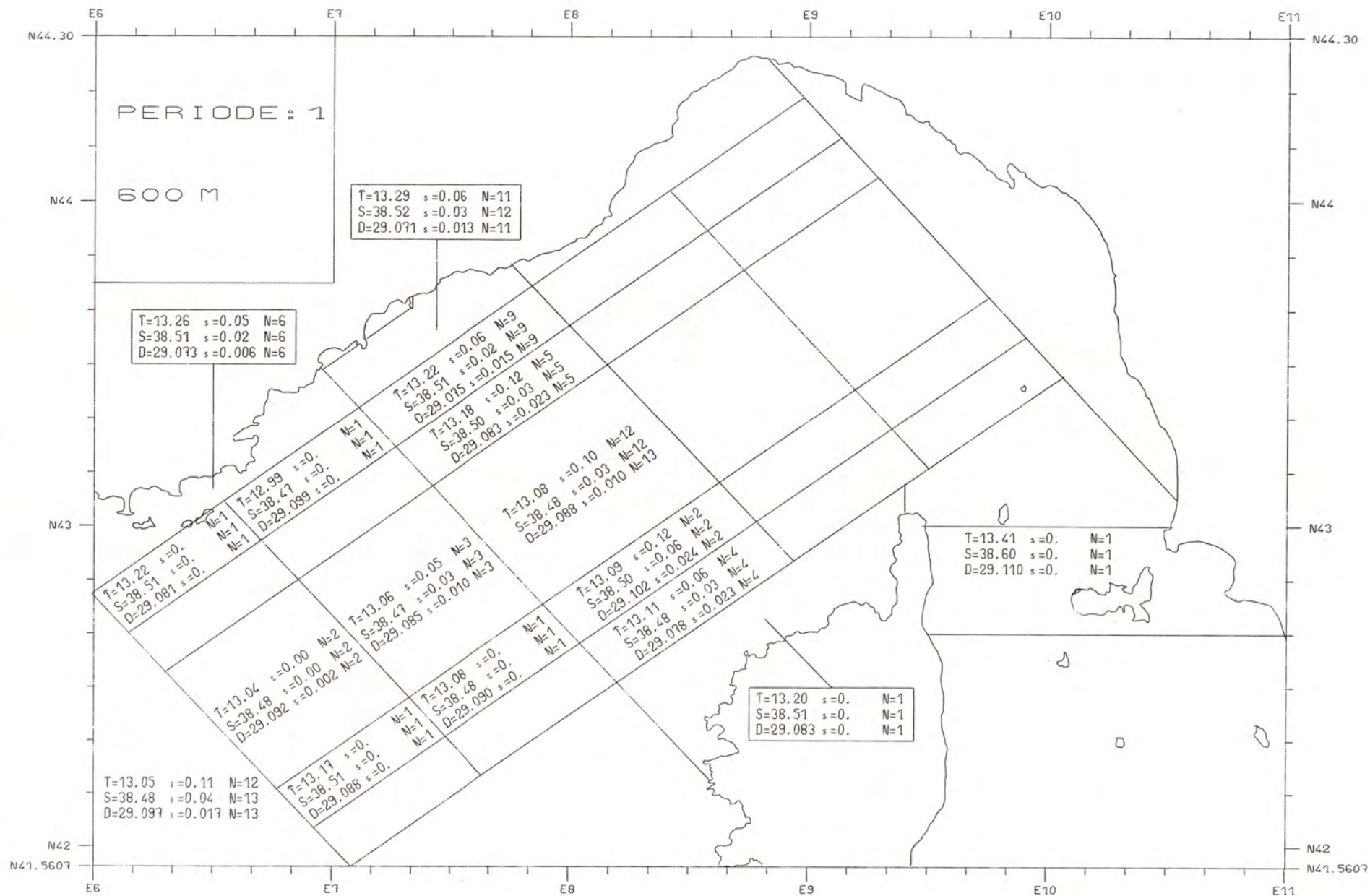


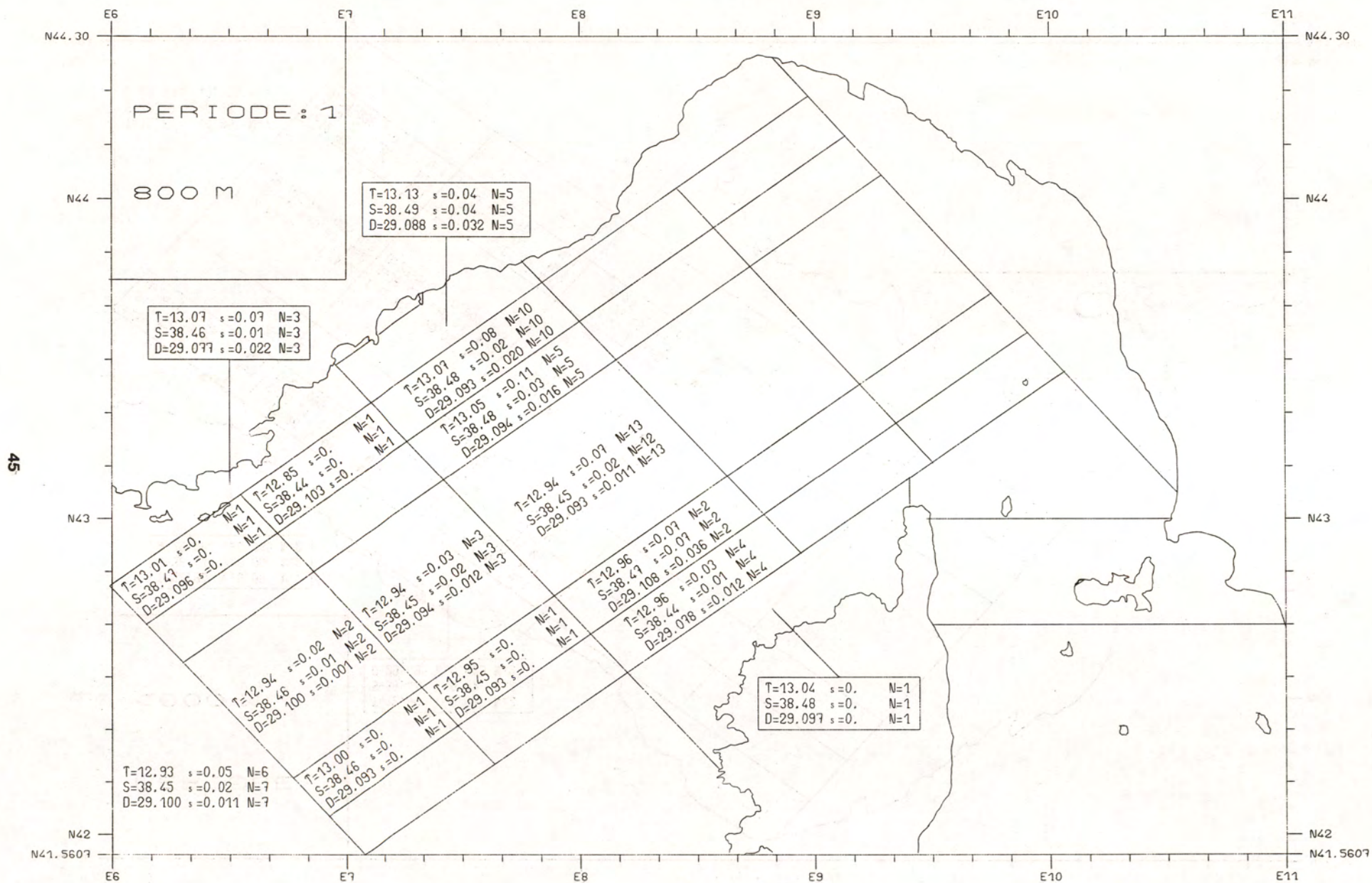




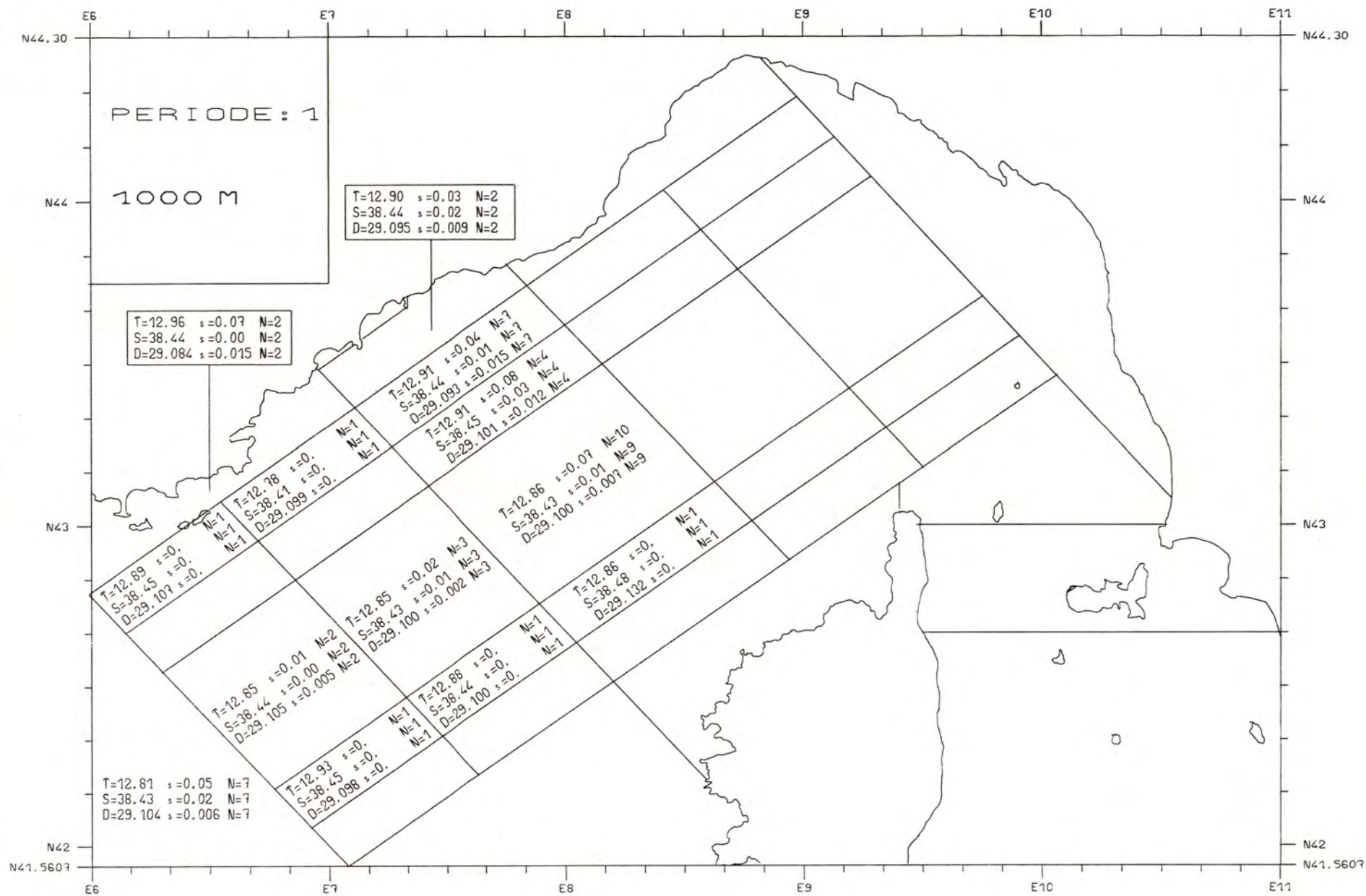












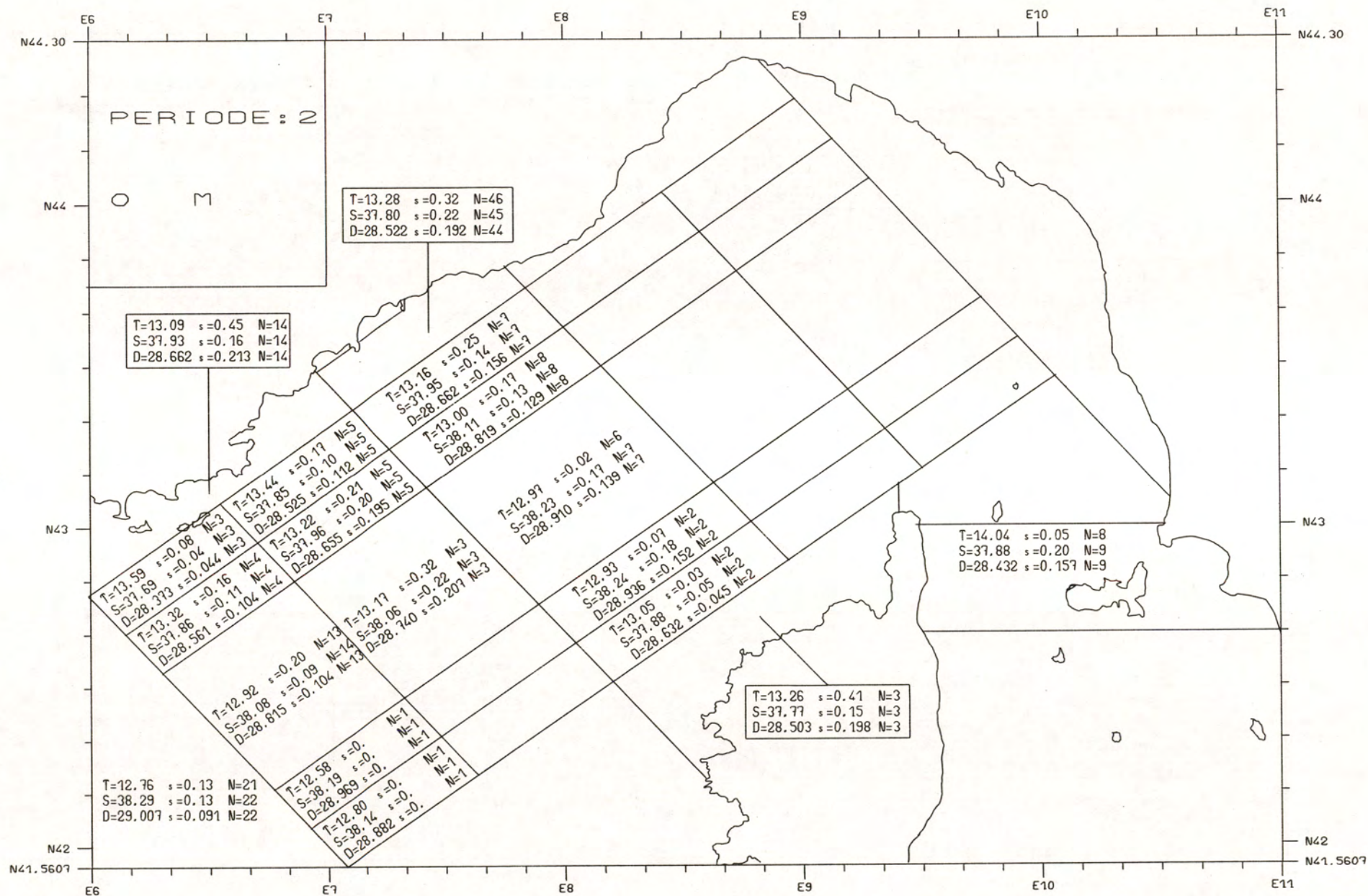


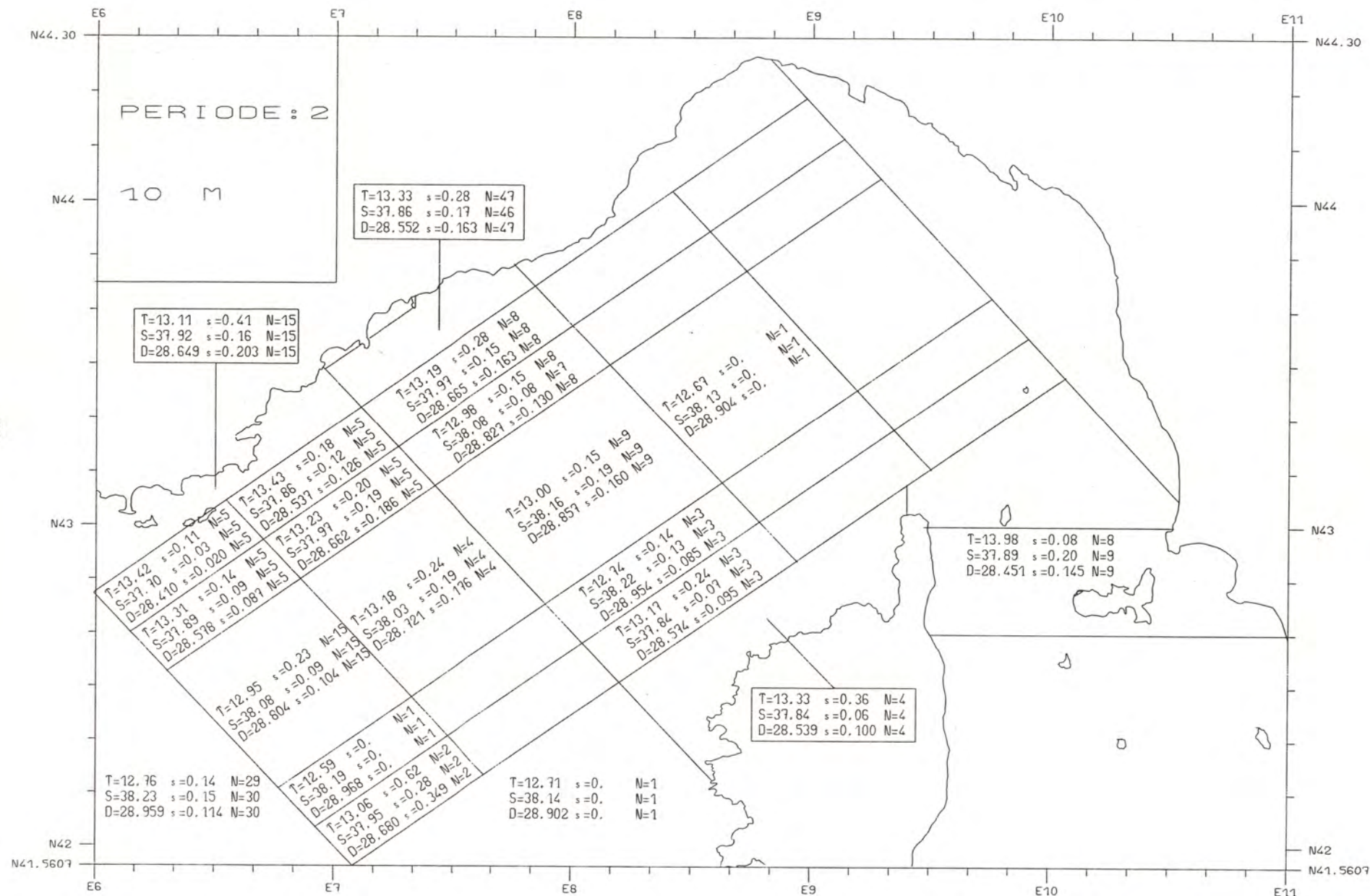
P E R I O D E    2

F E V R I E R

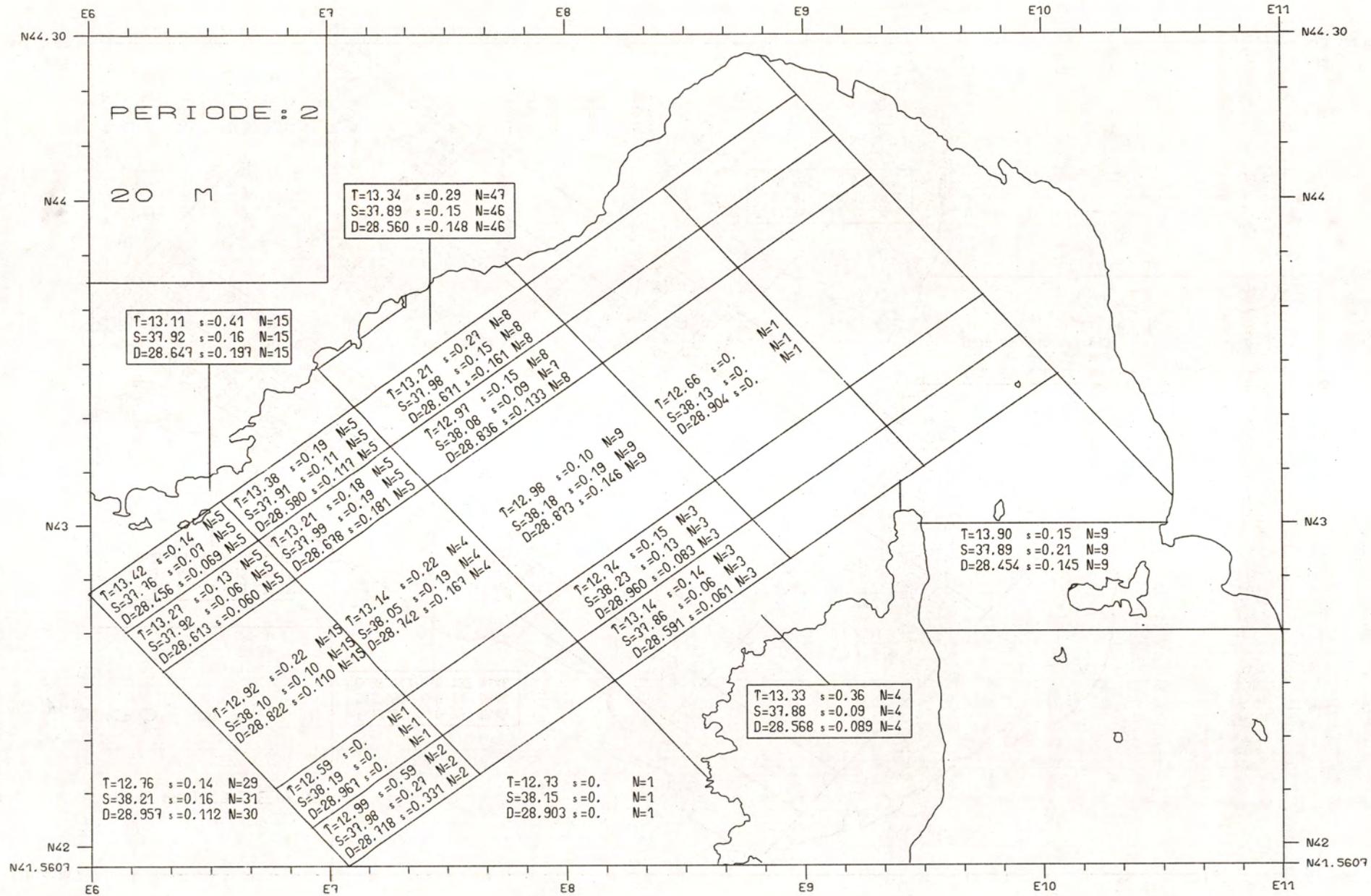
Mélanges hivernaux

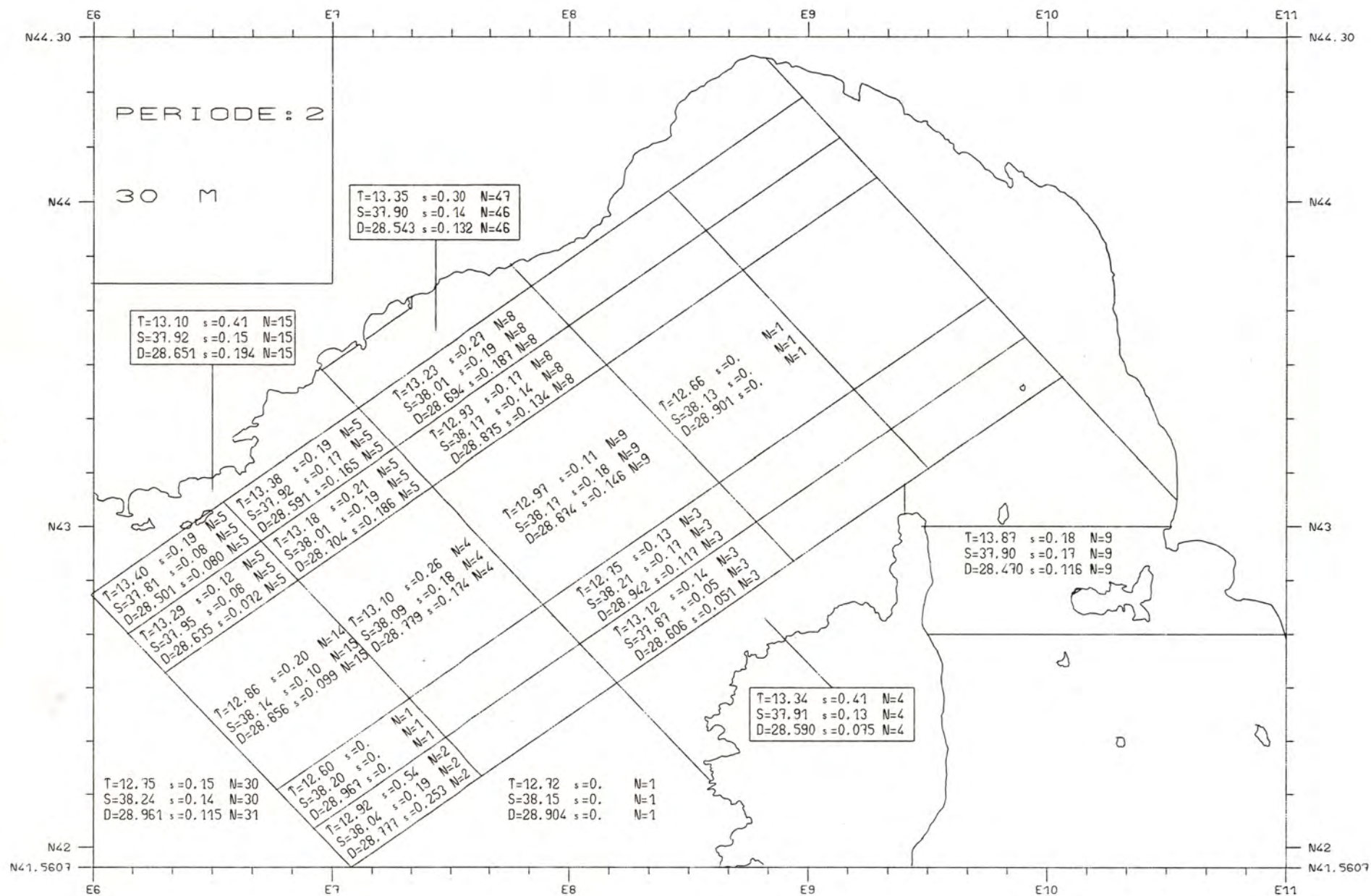




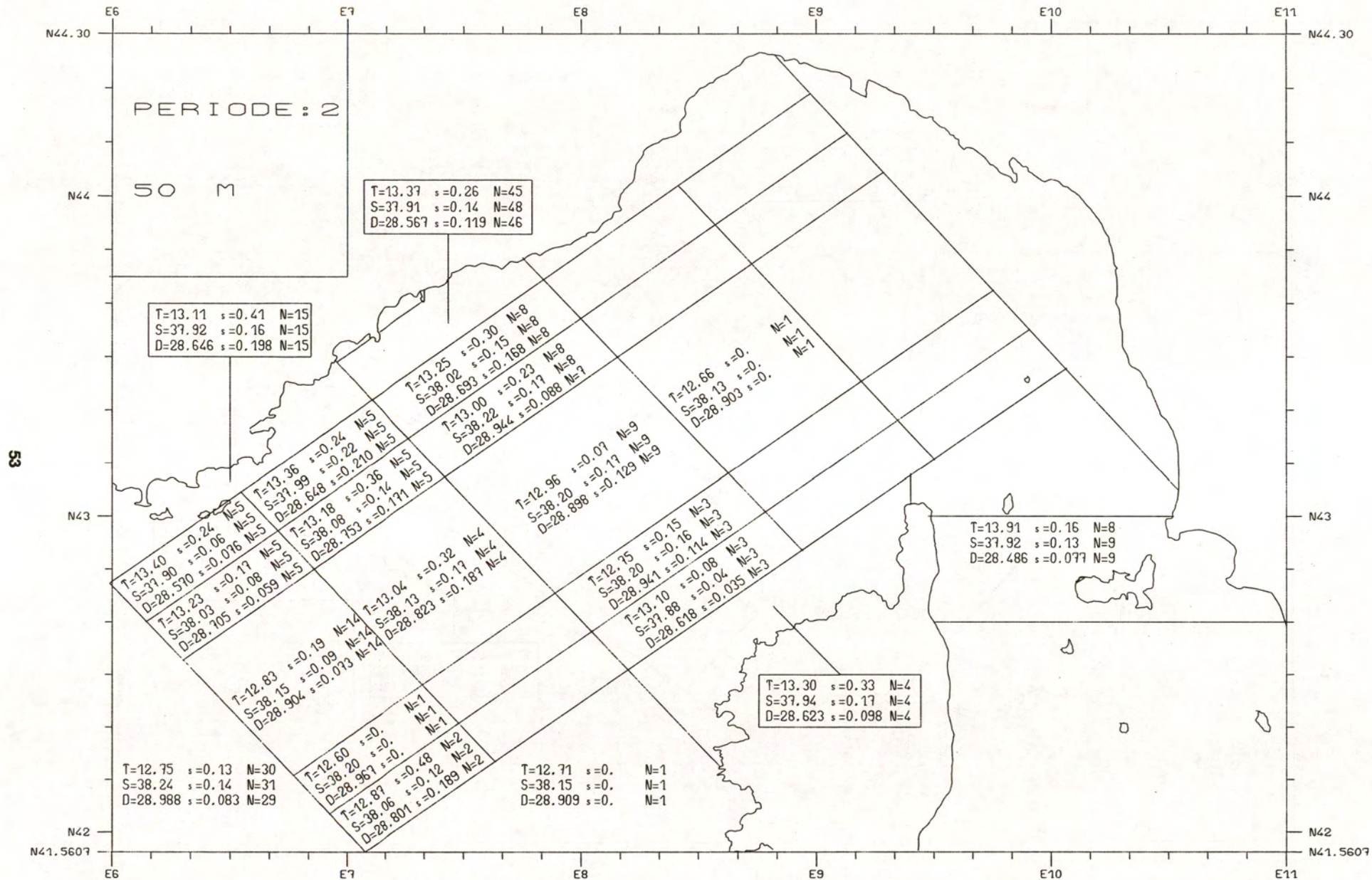


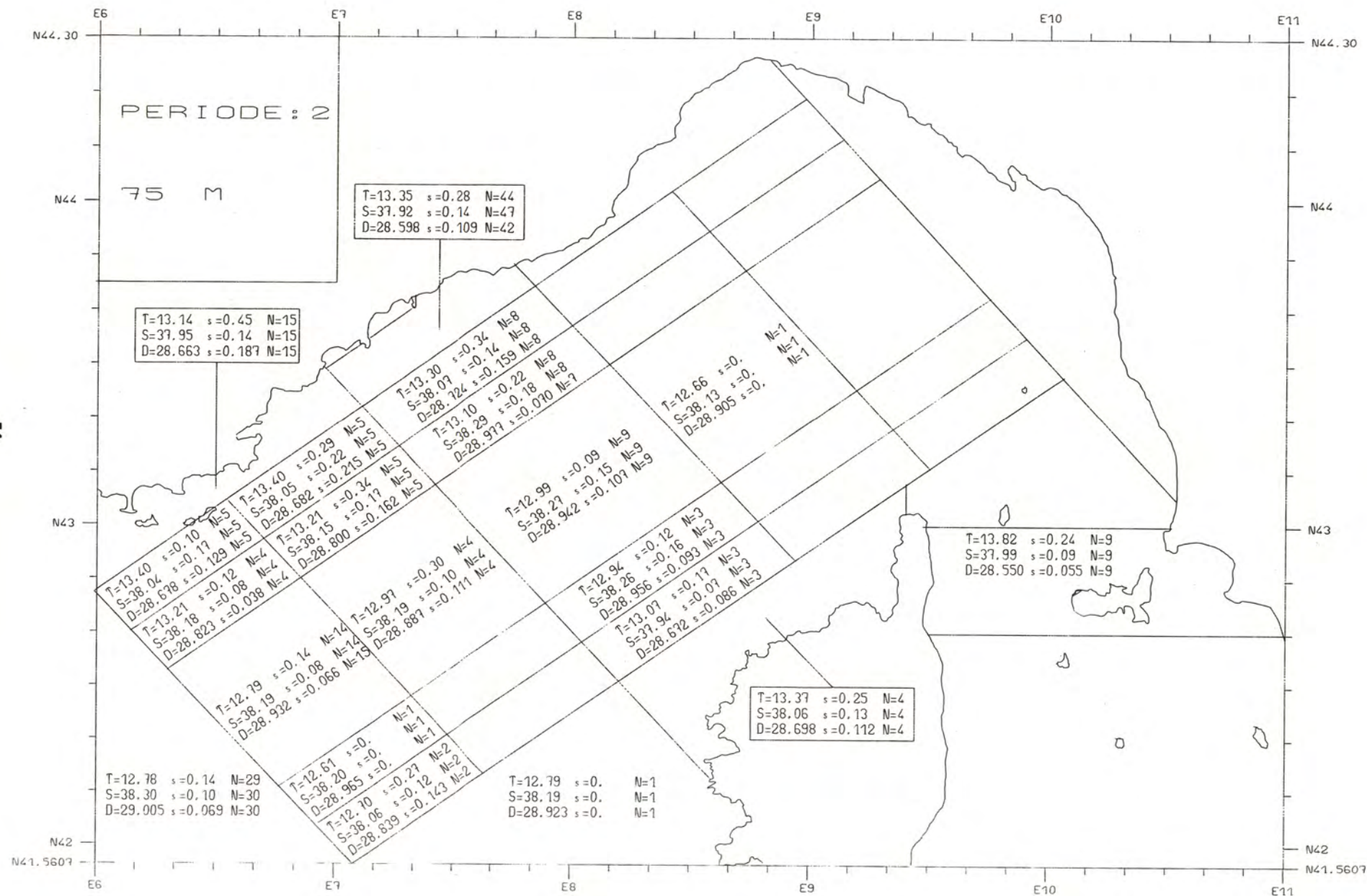




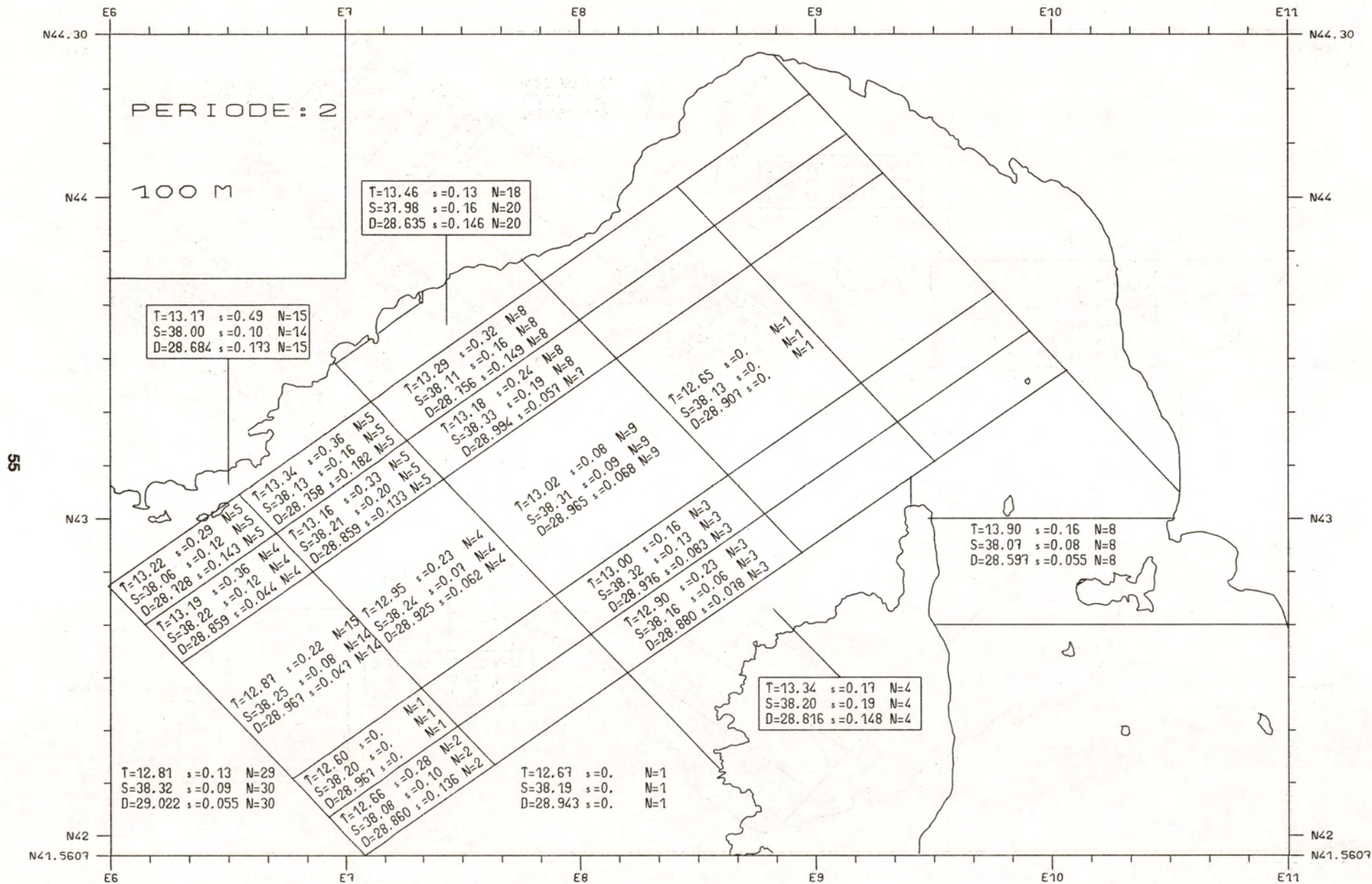


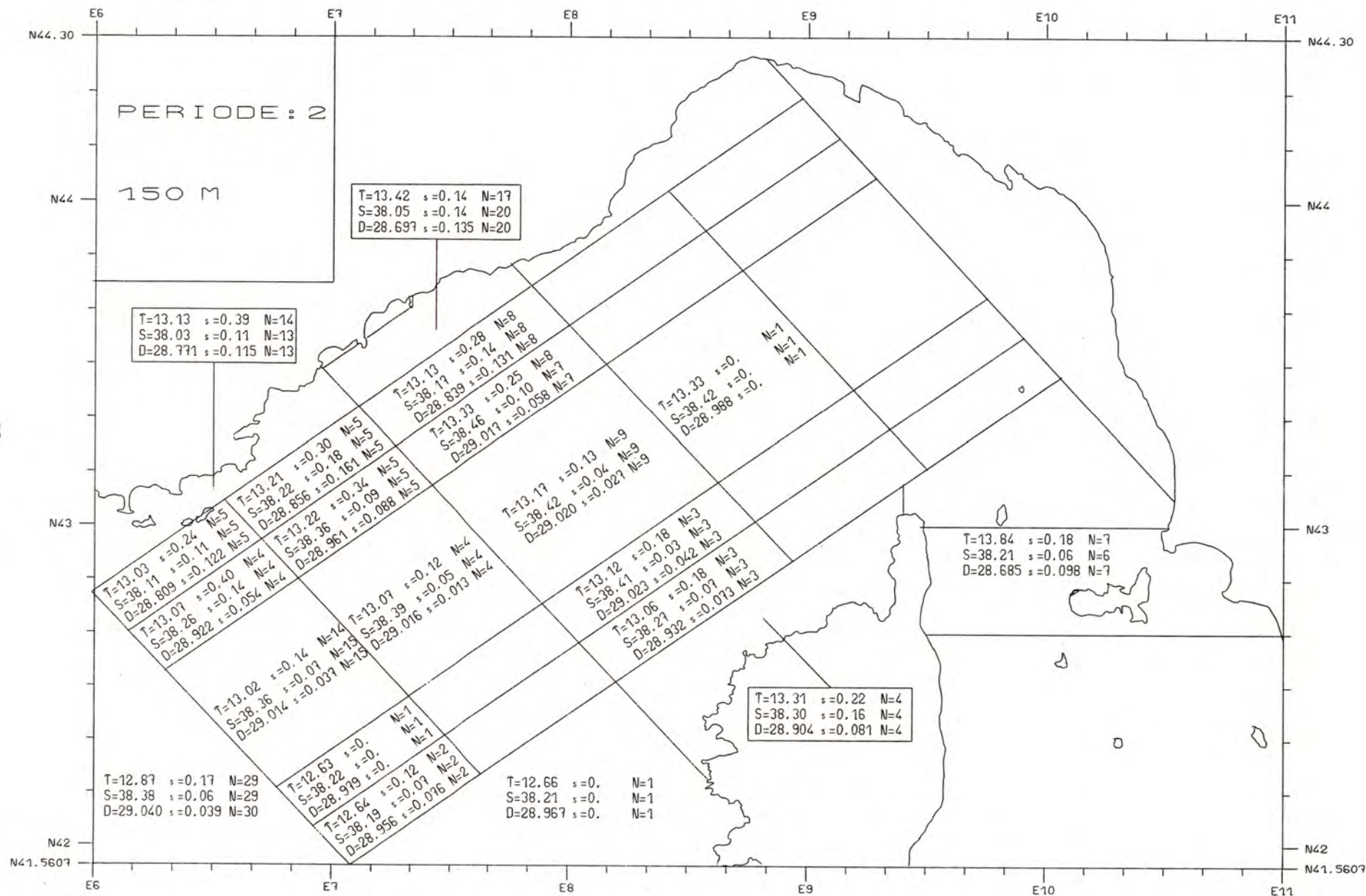




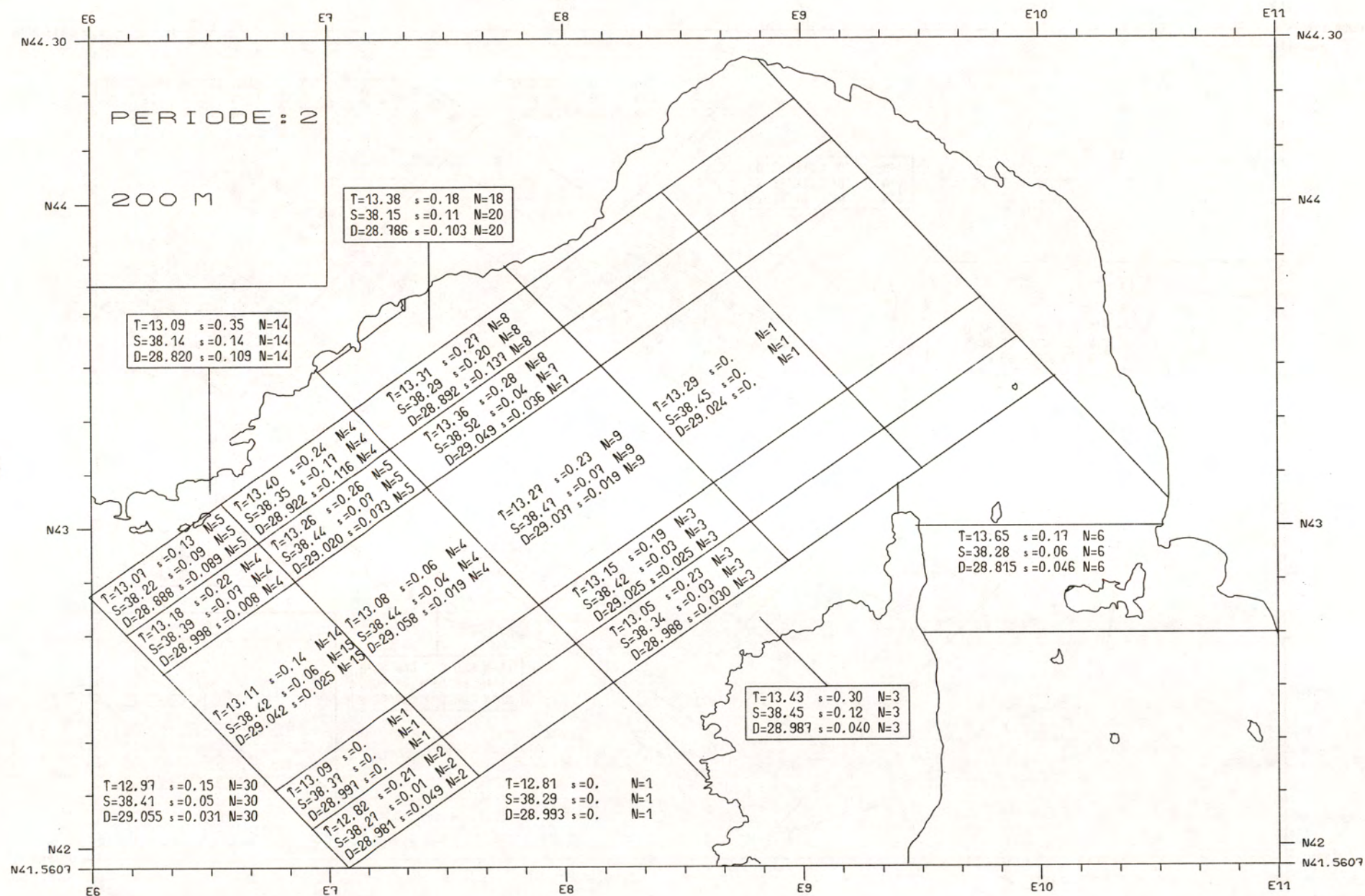


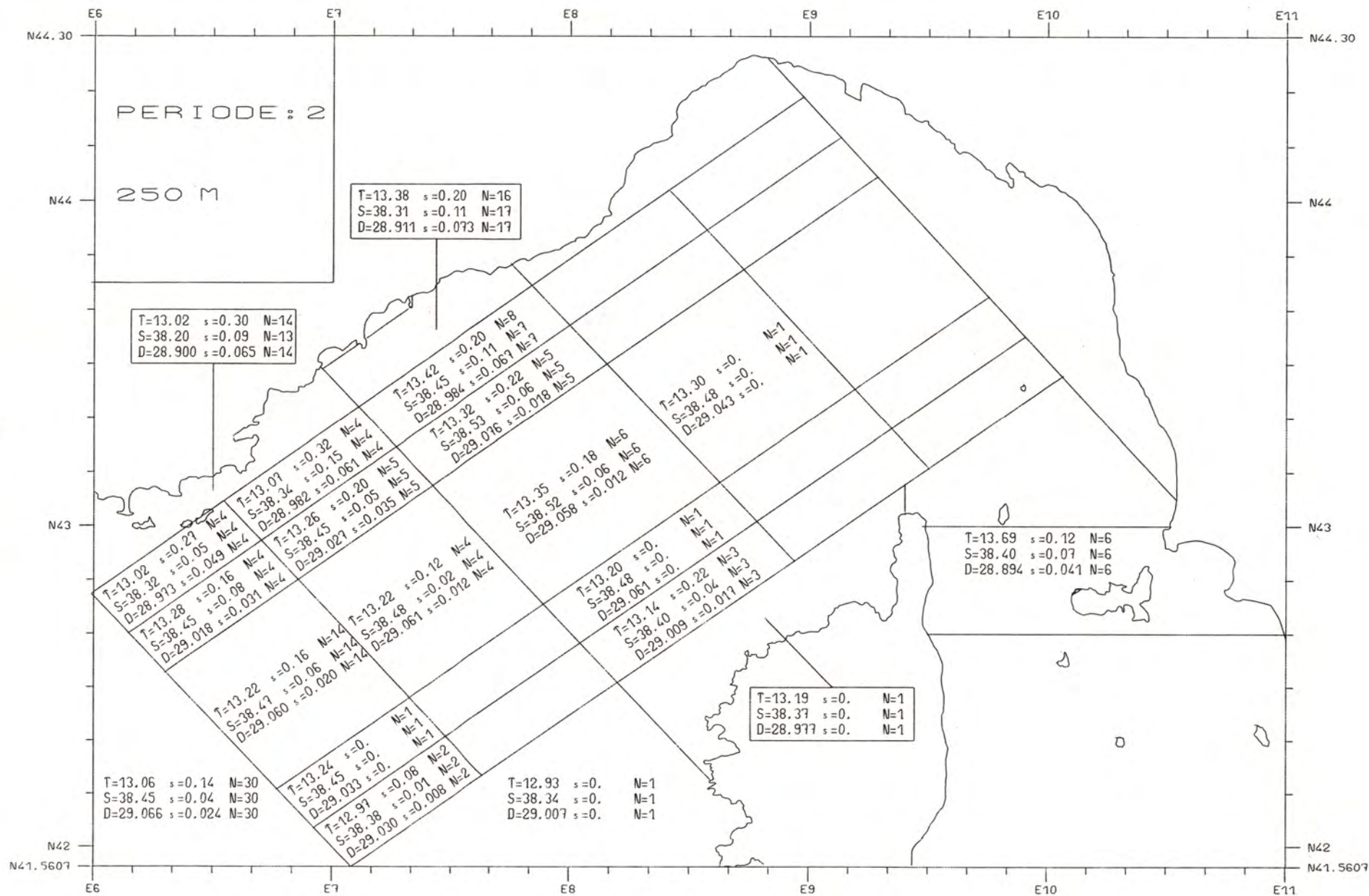




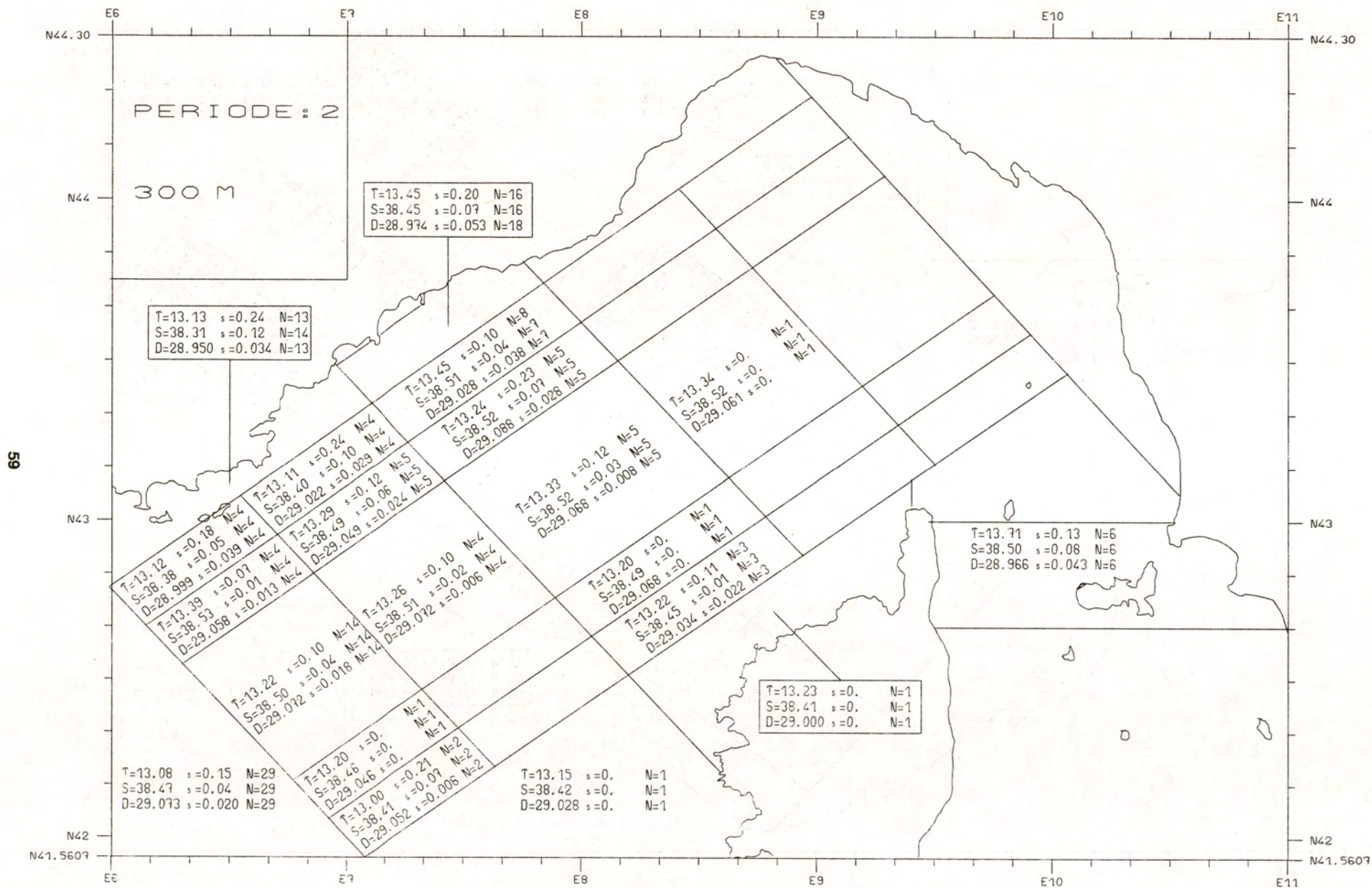


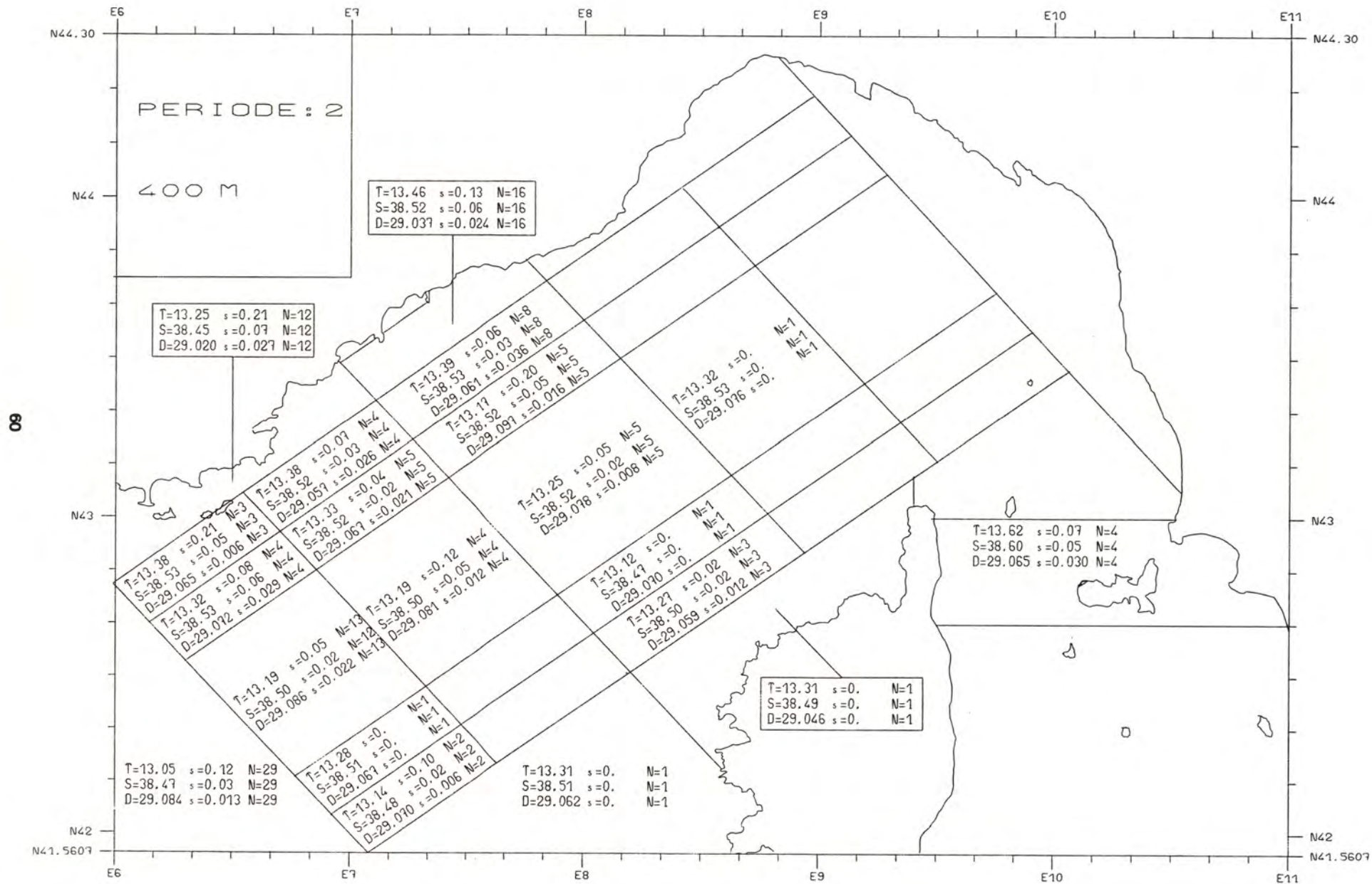




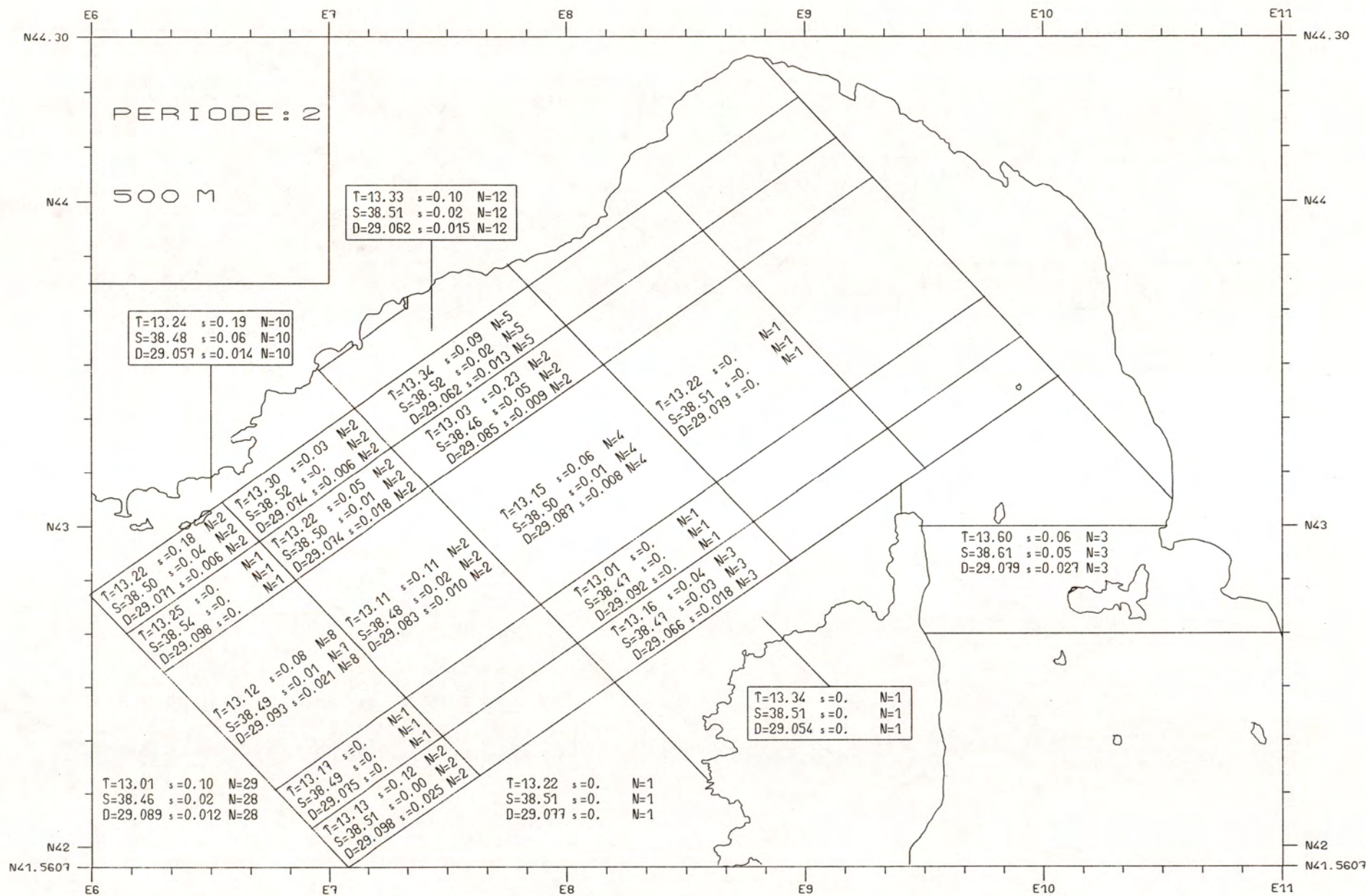


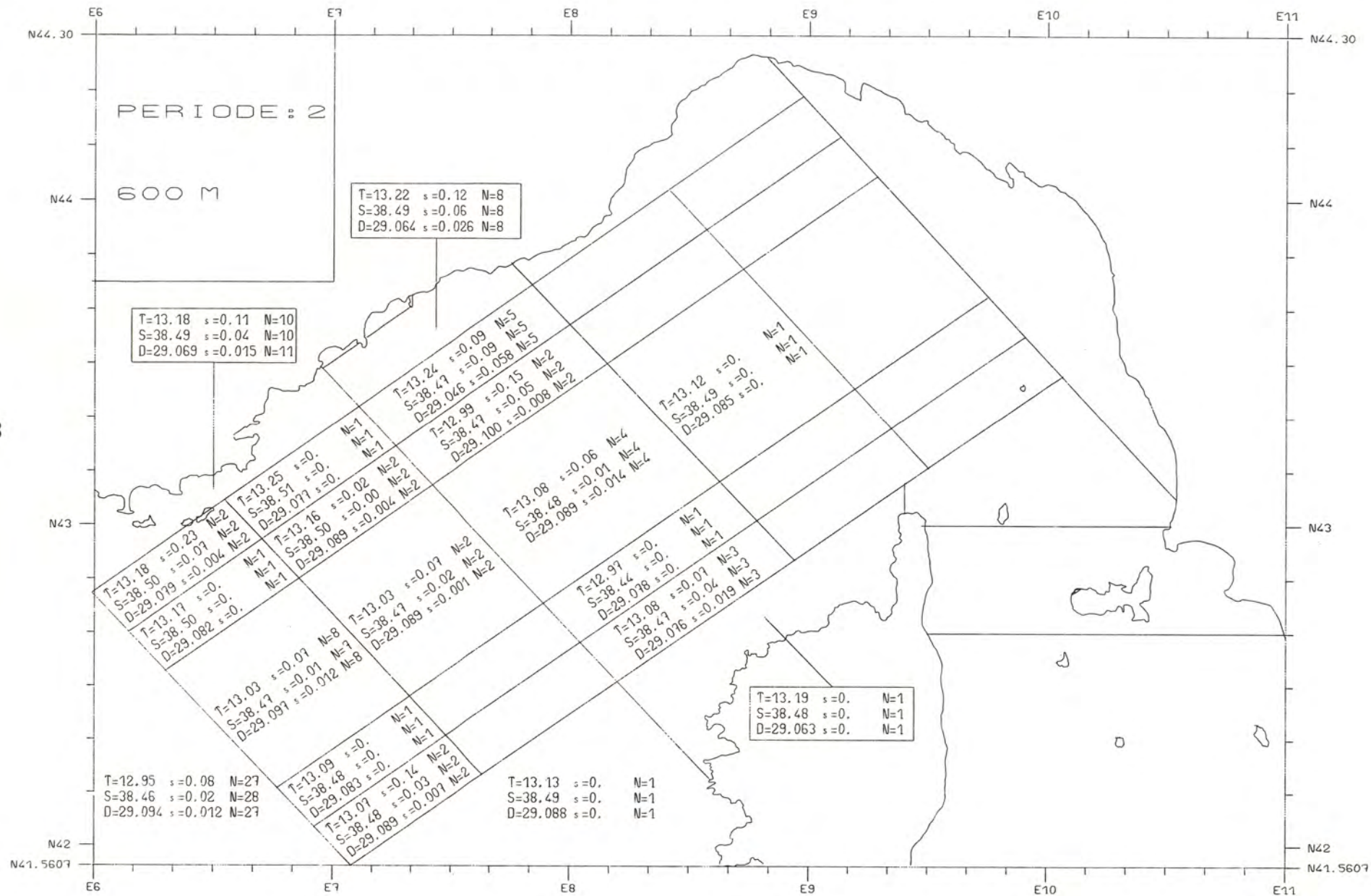




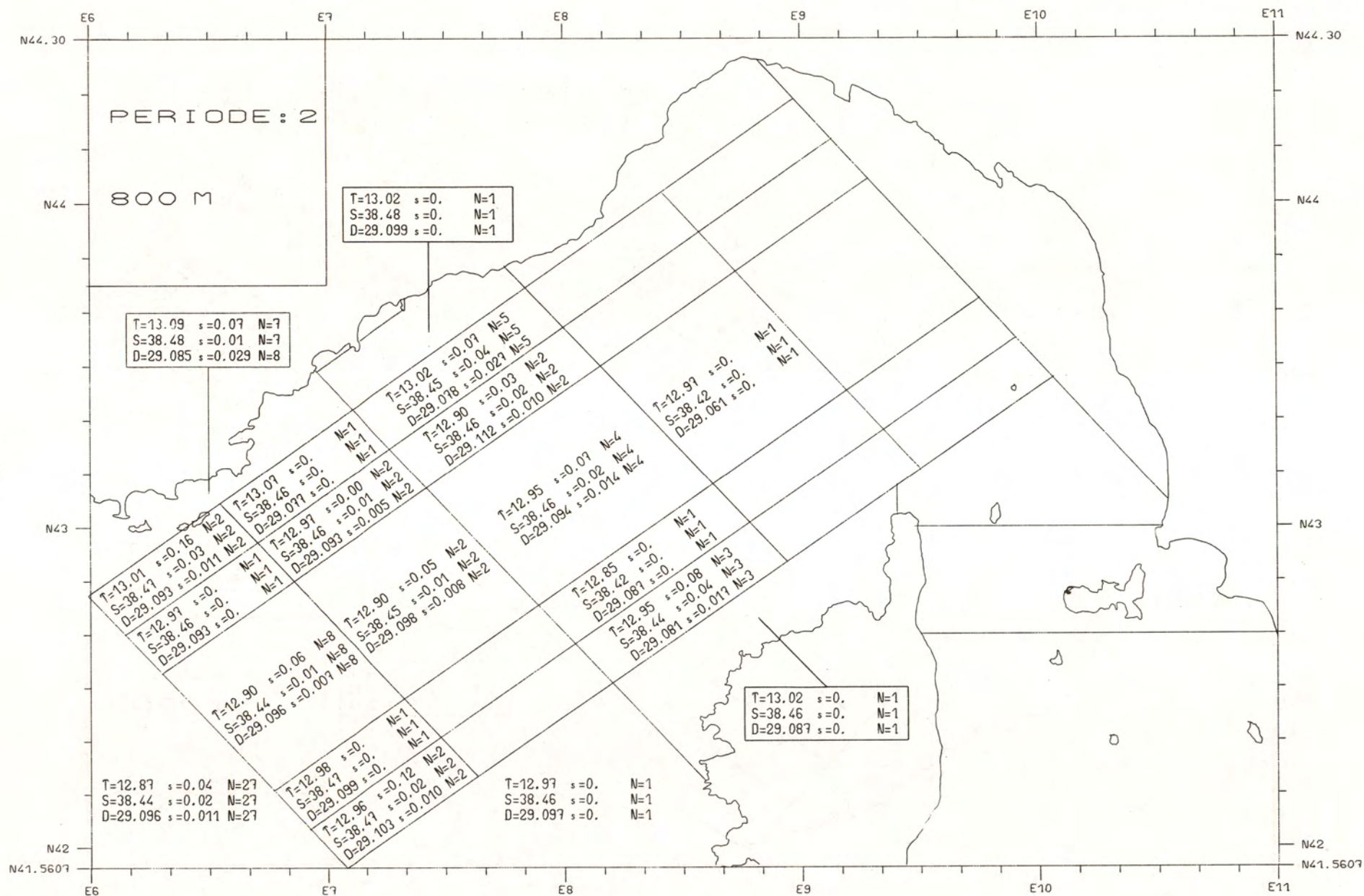


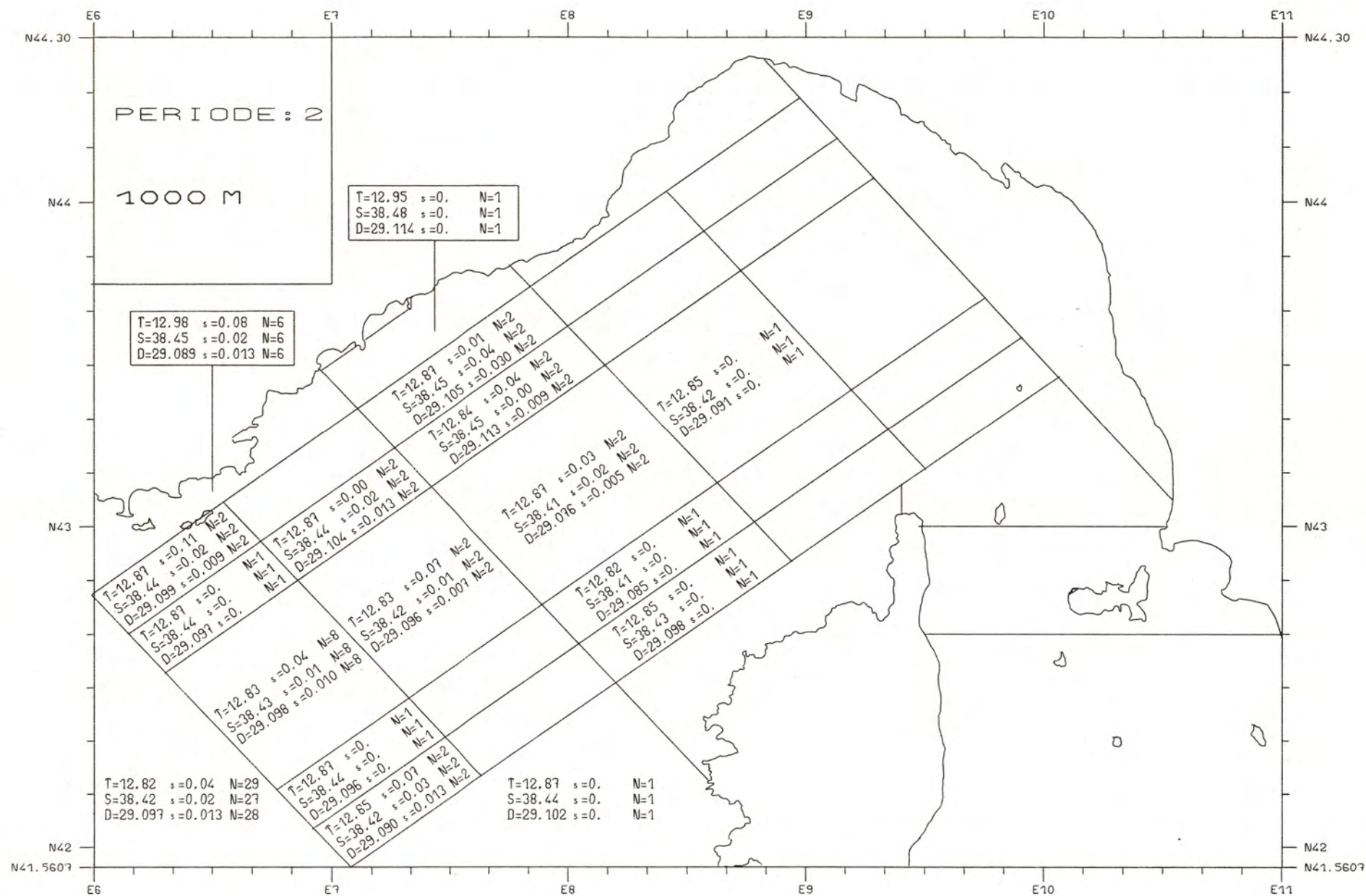












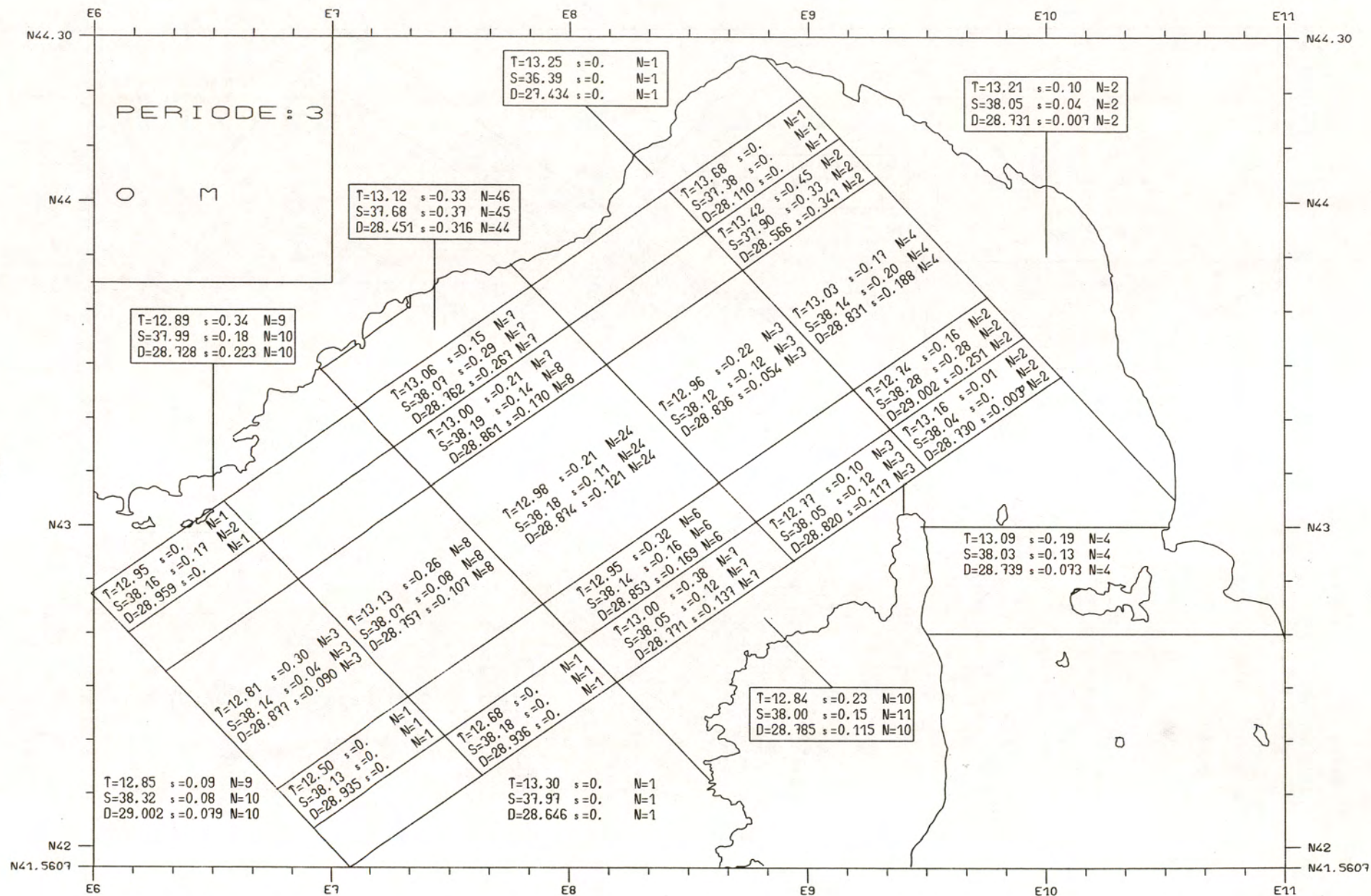


PERIODE 3

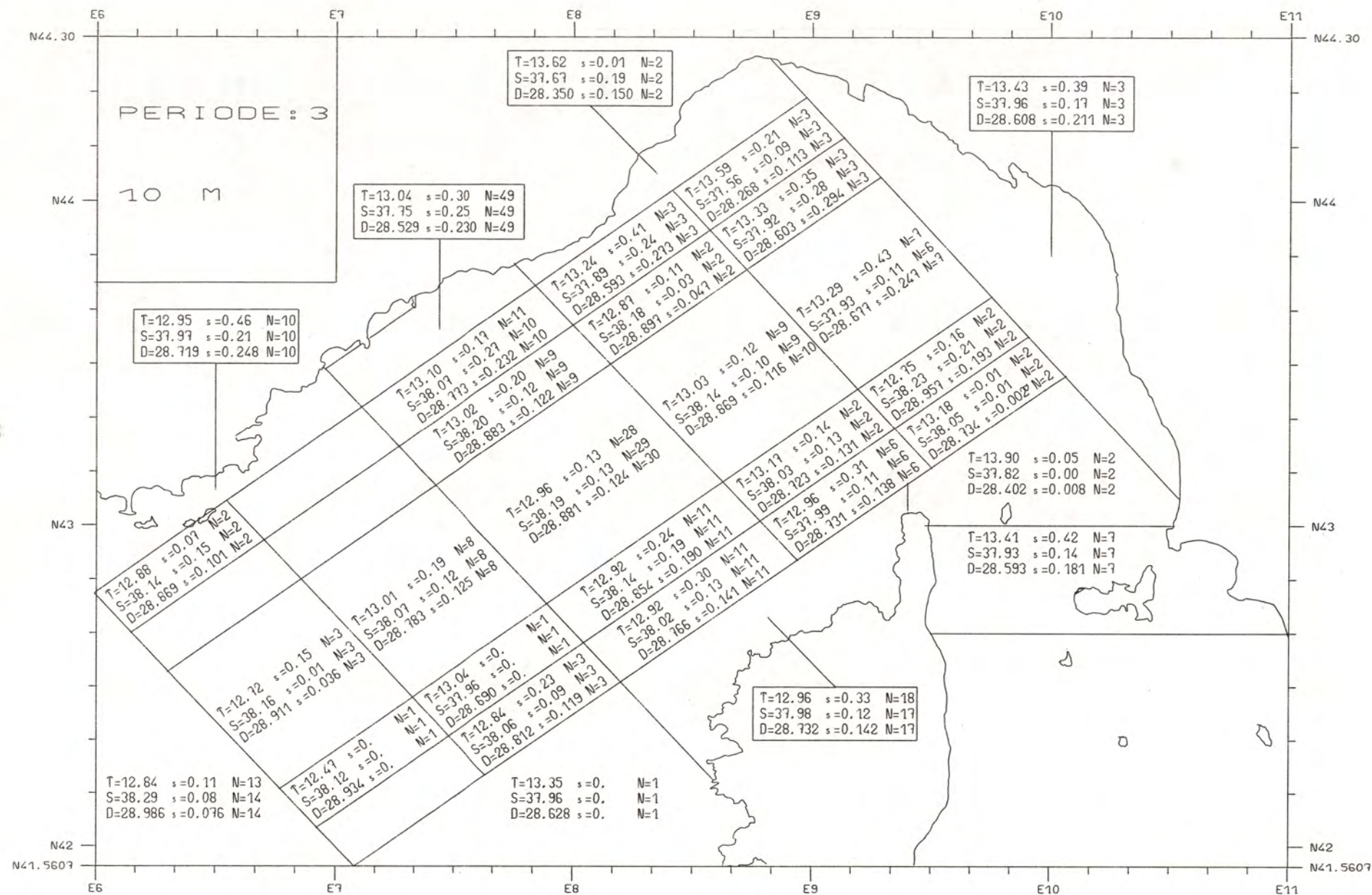
MARS

Début de la stratification

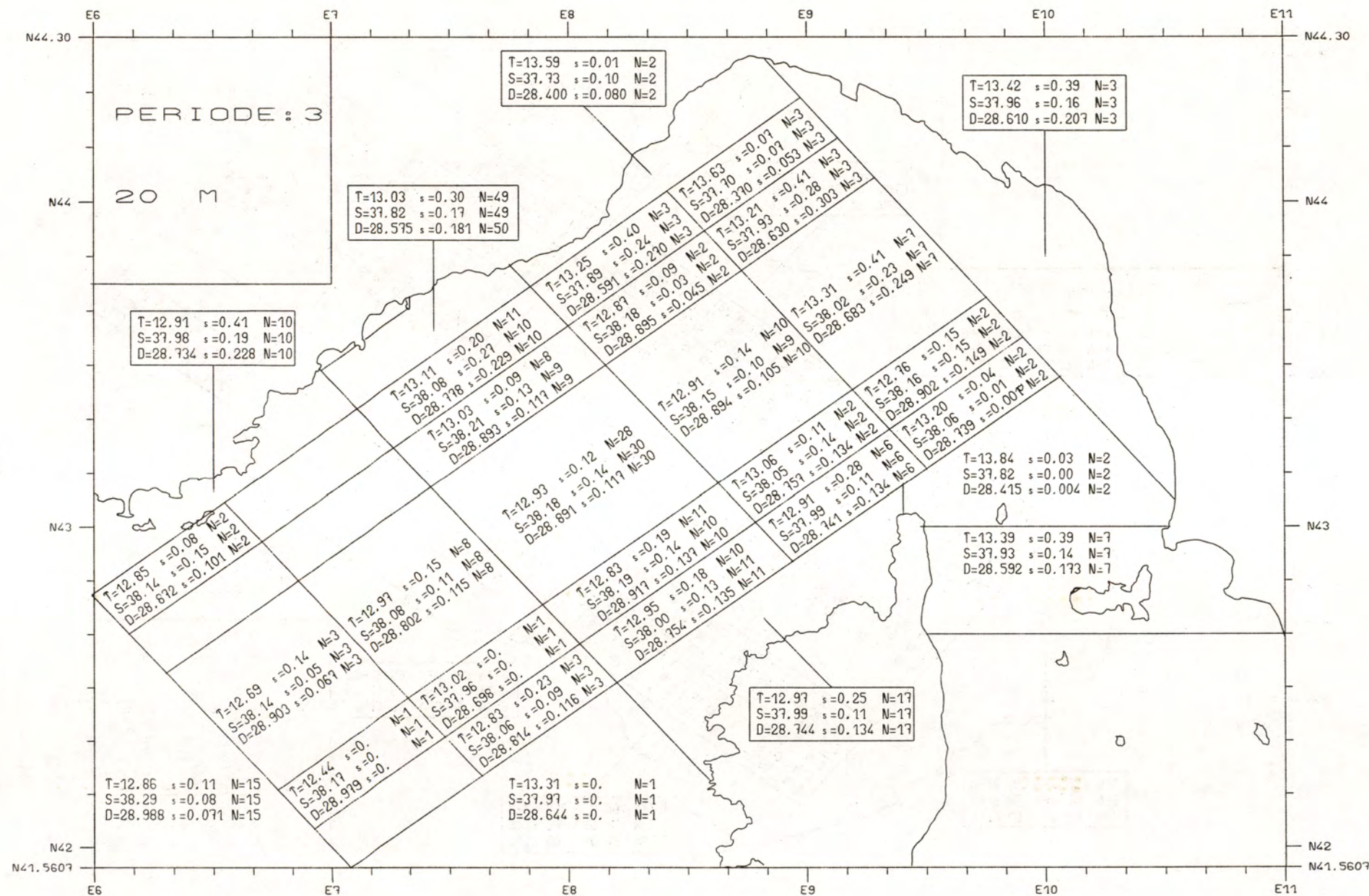




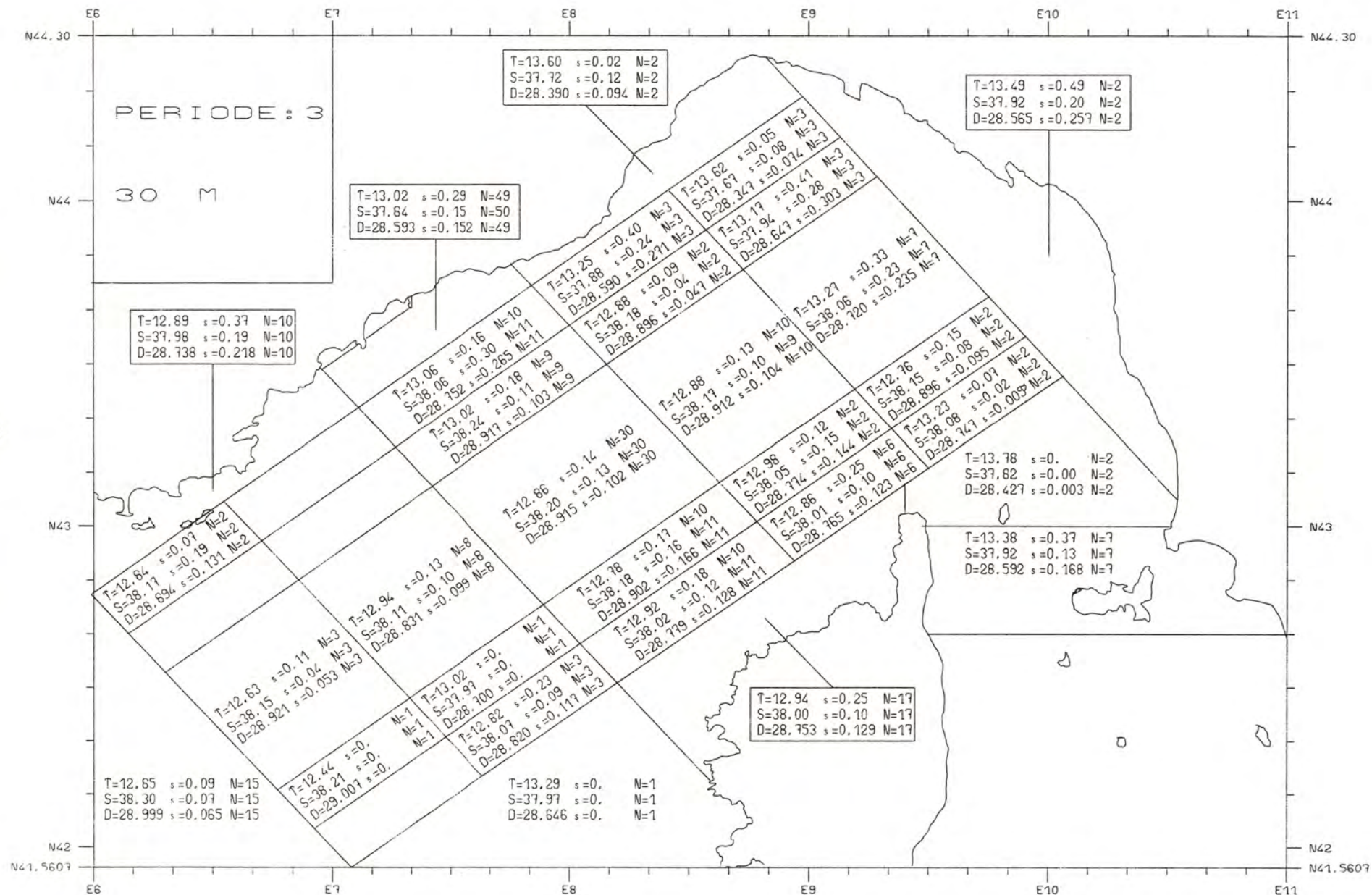




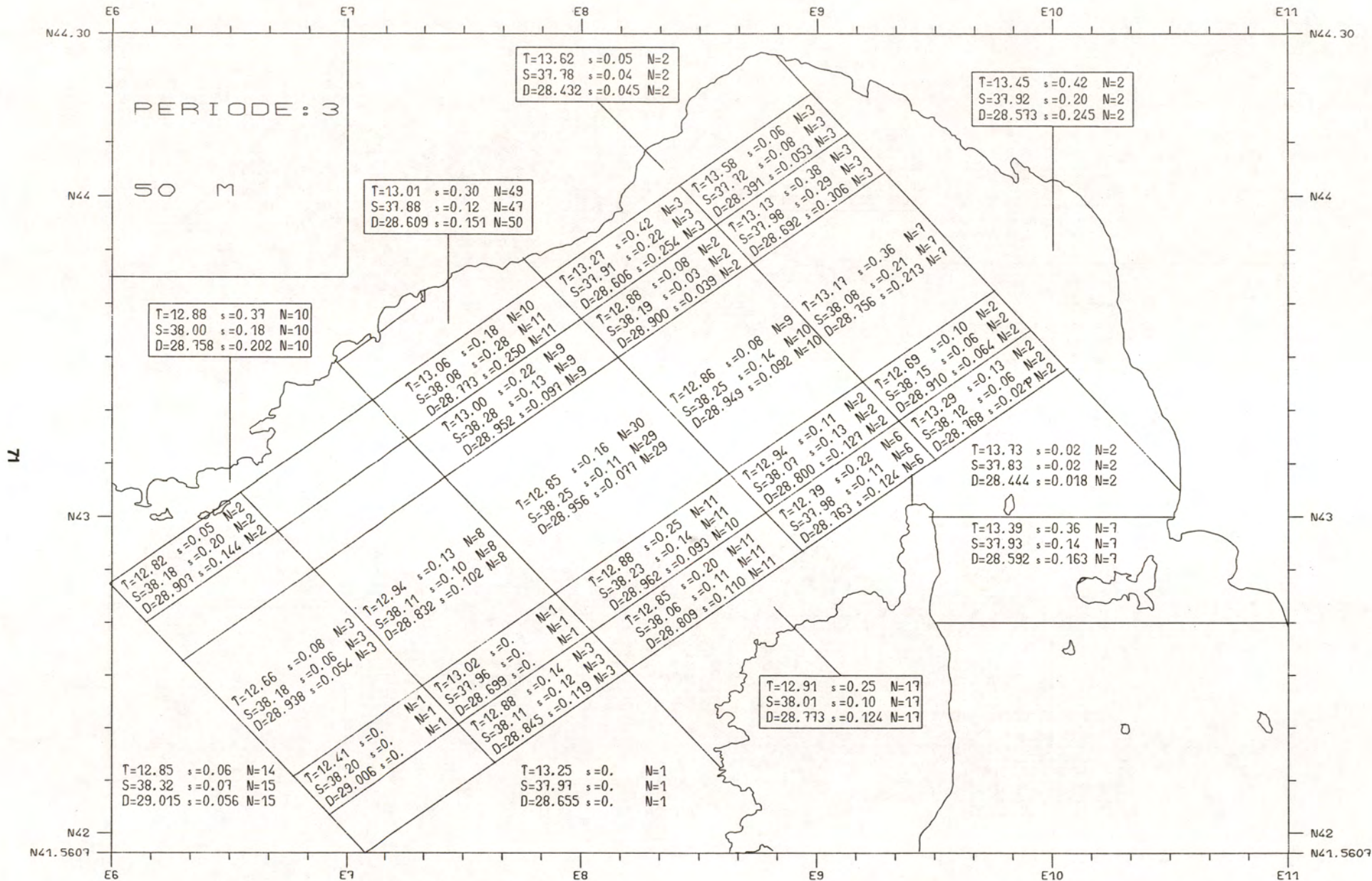




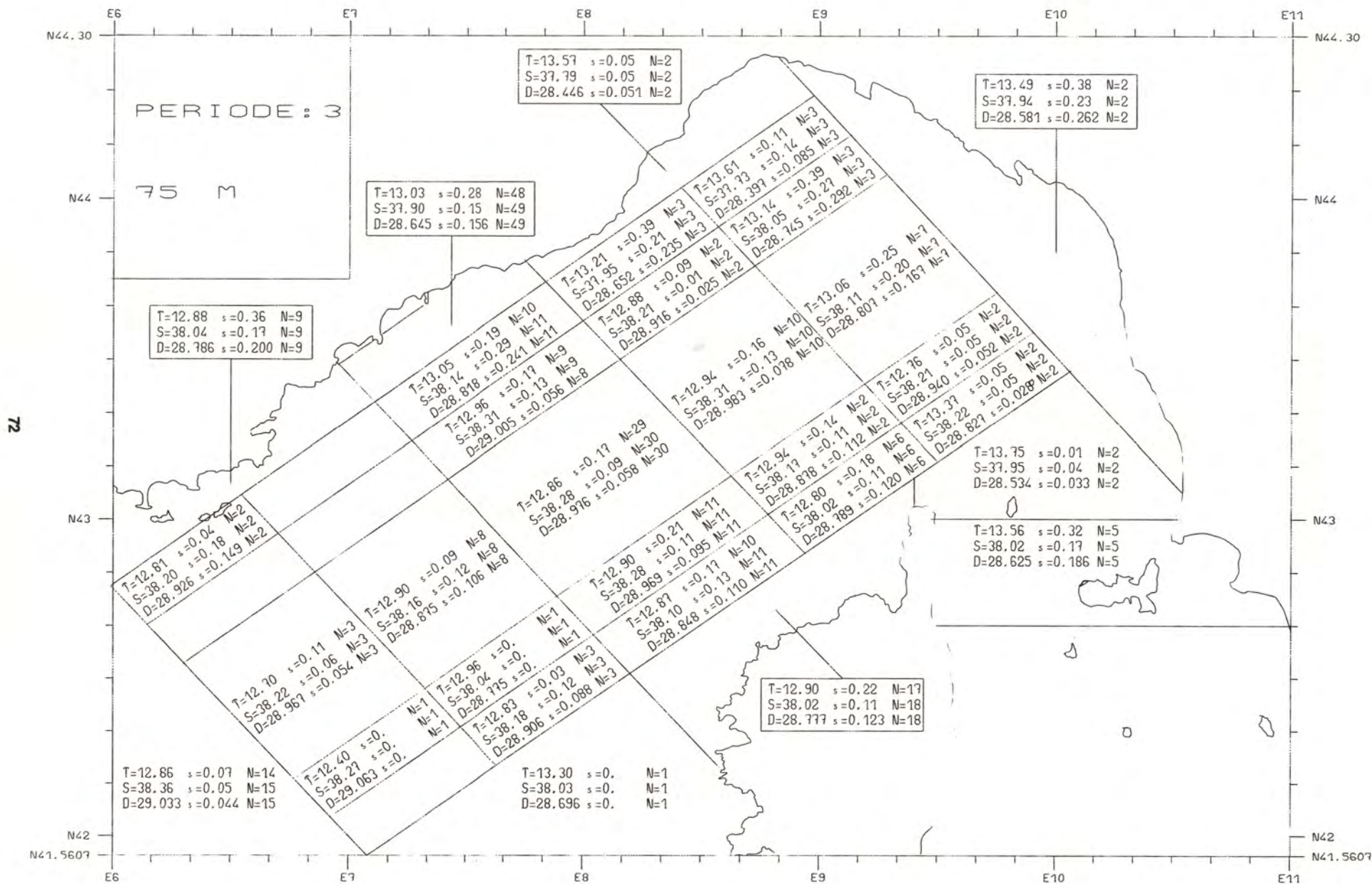


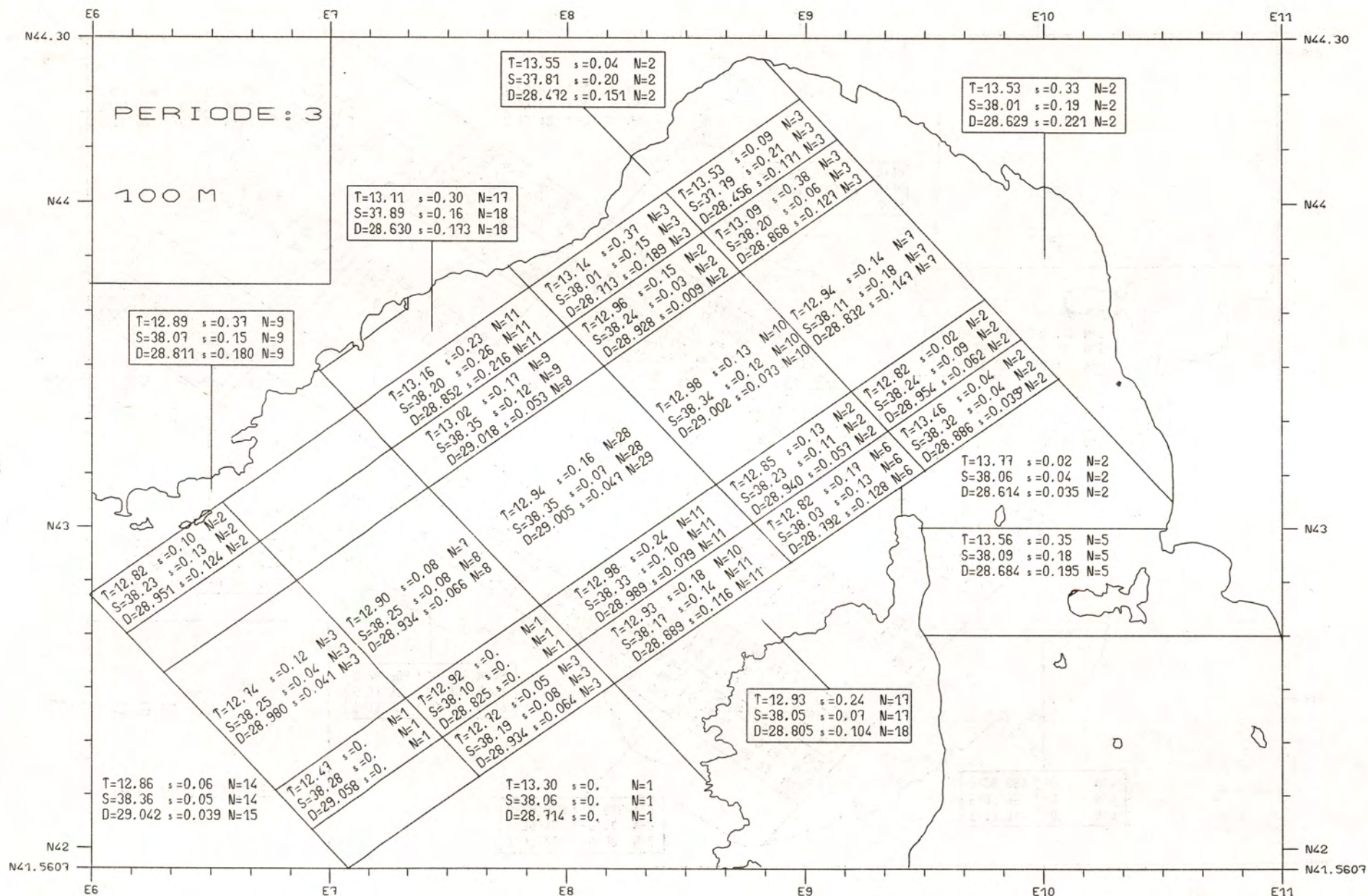




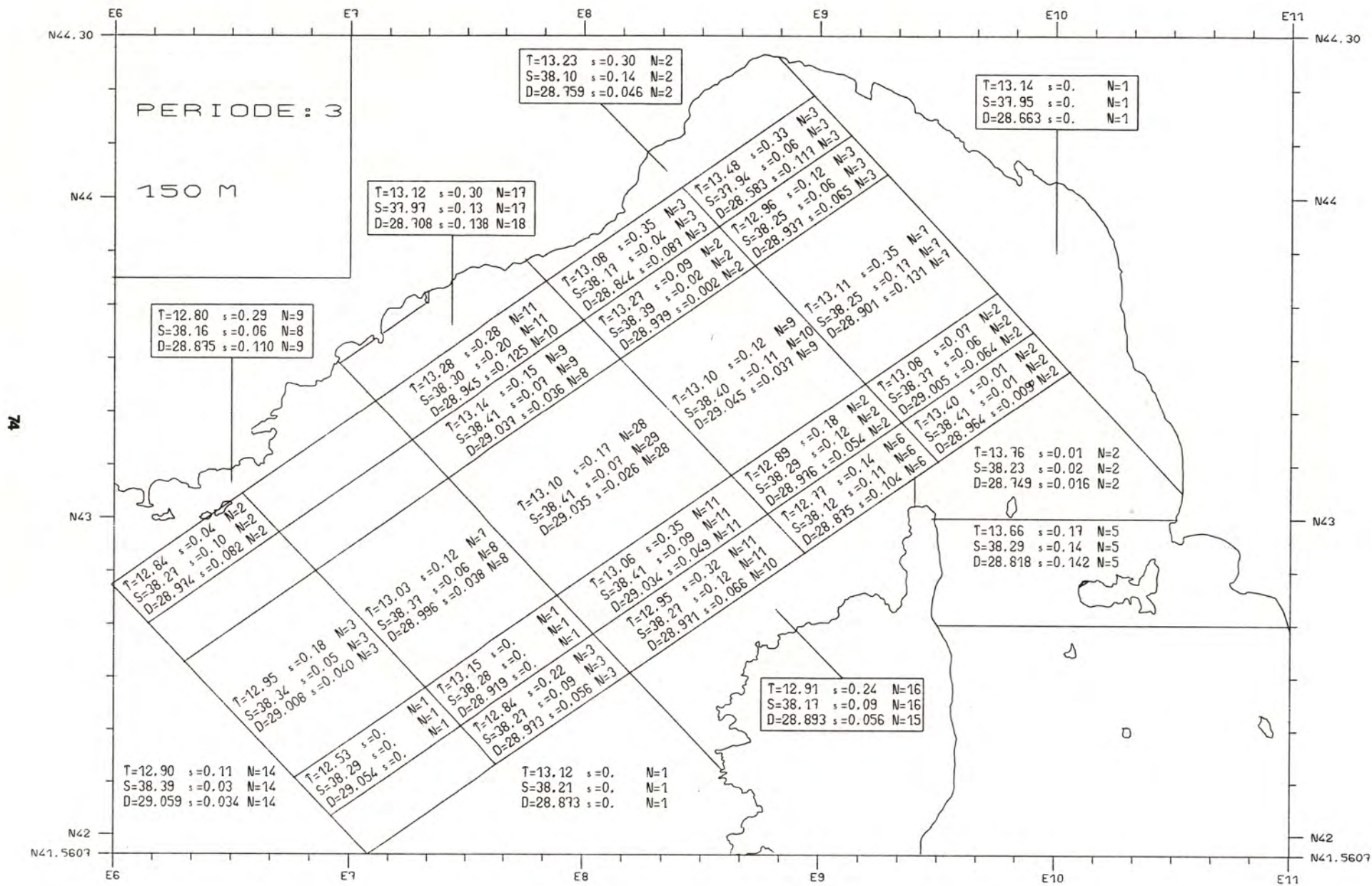




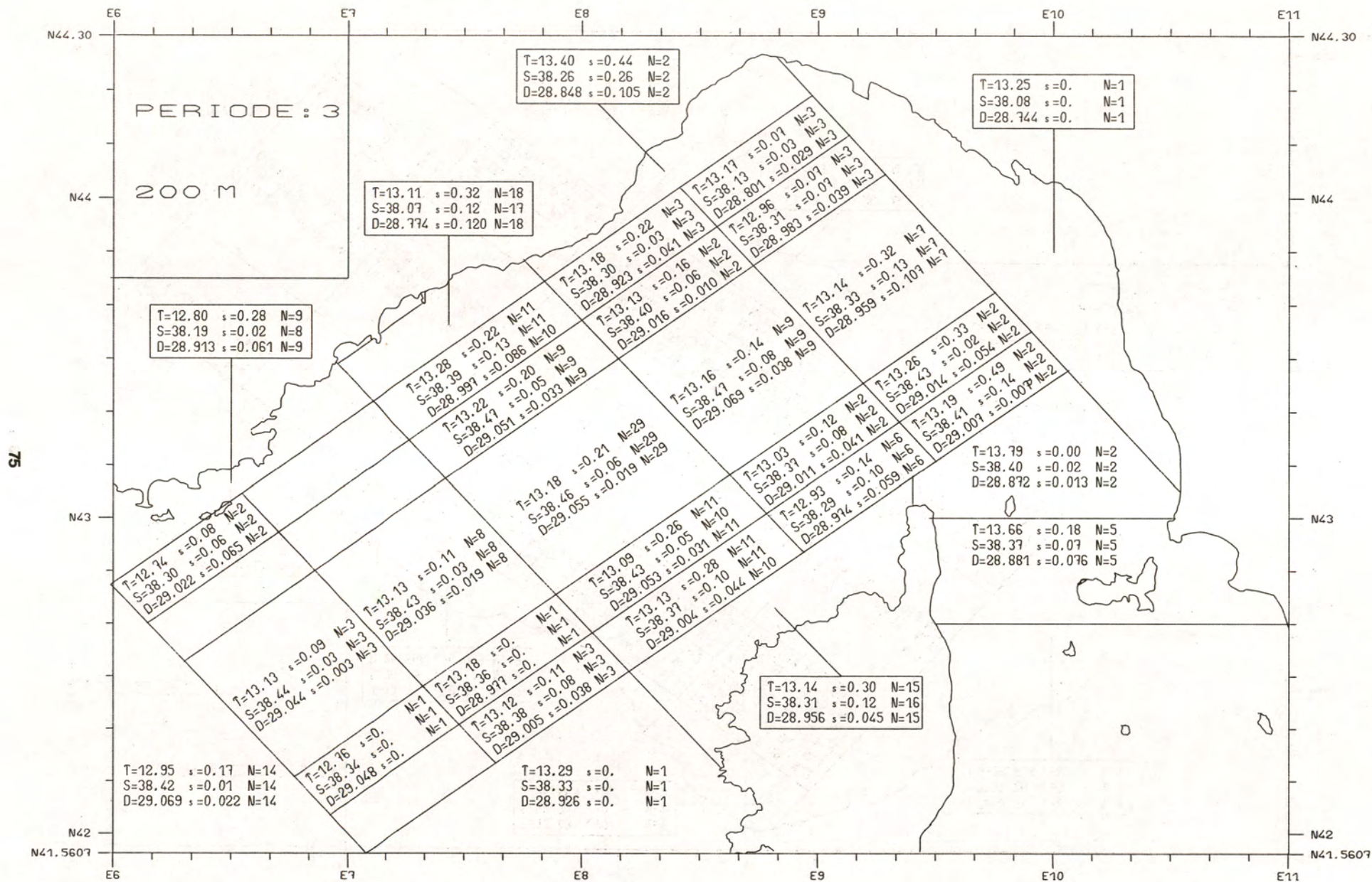




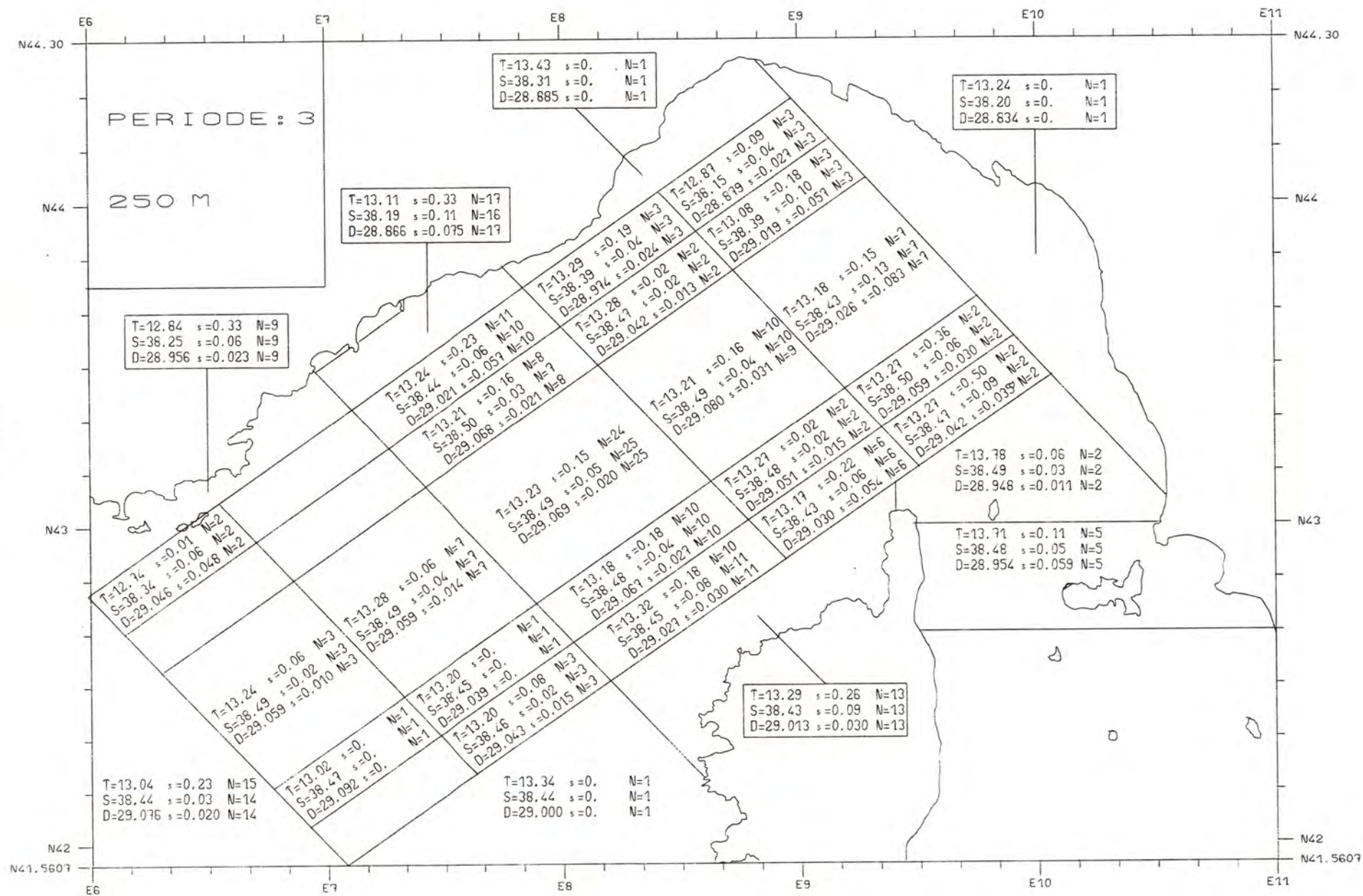


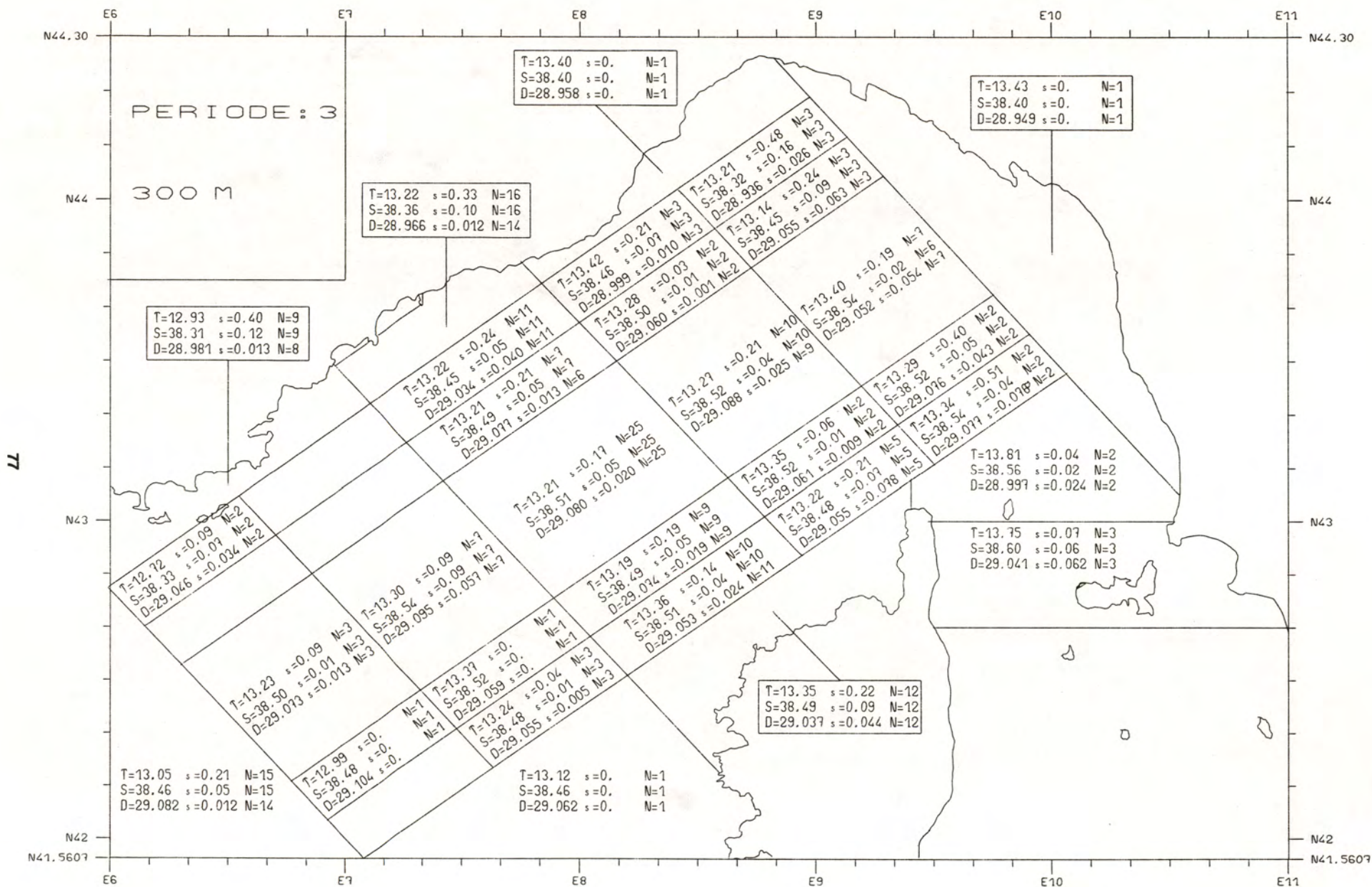




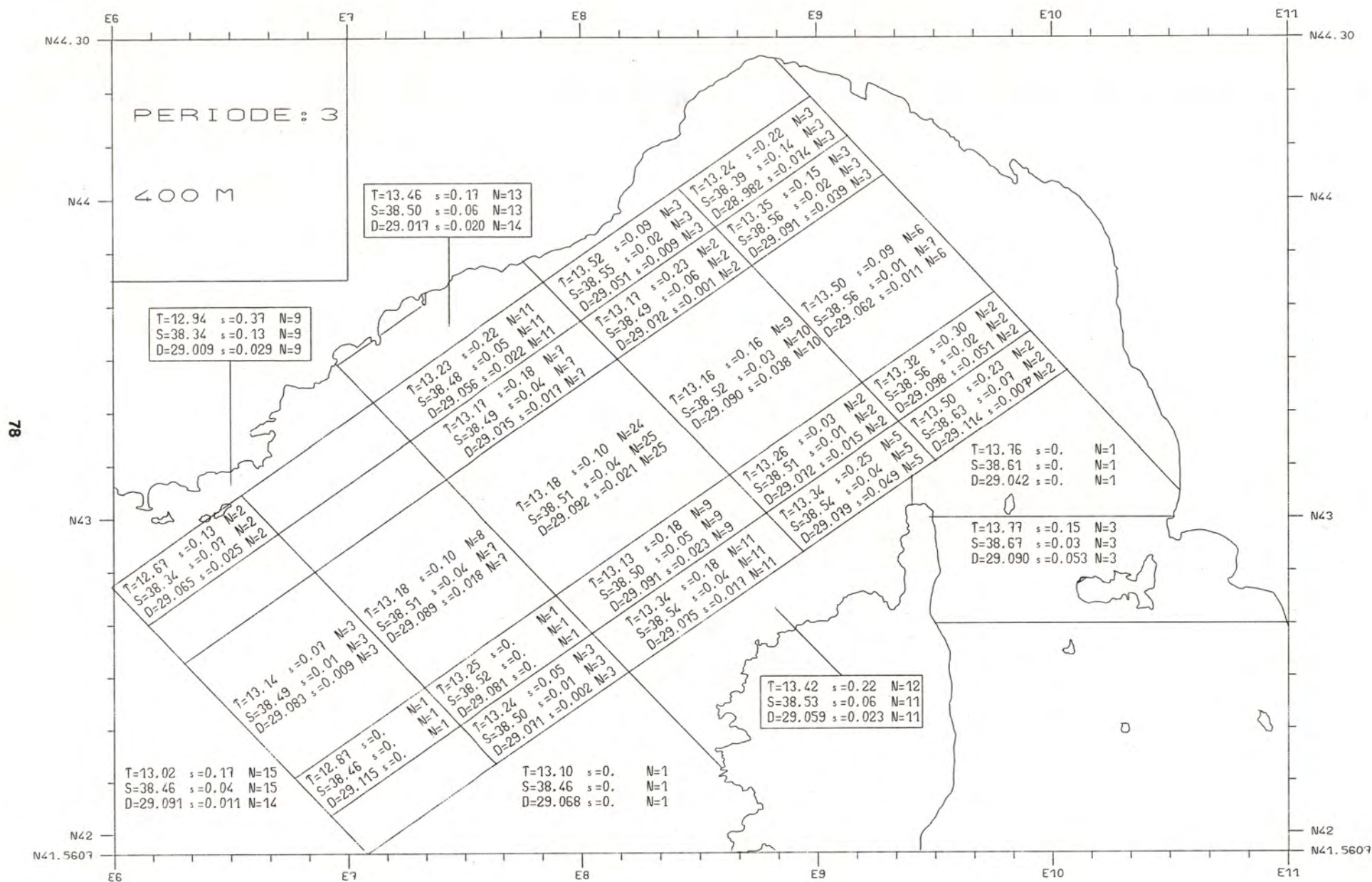


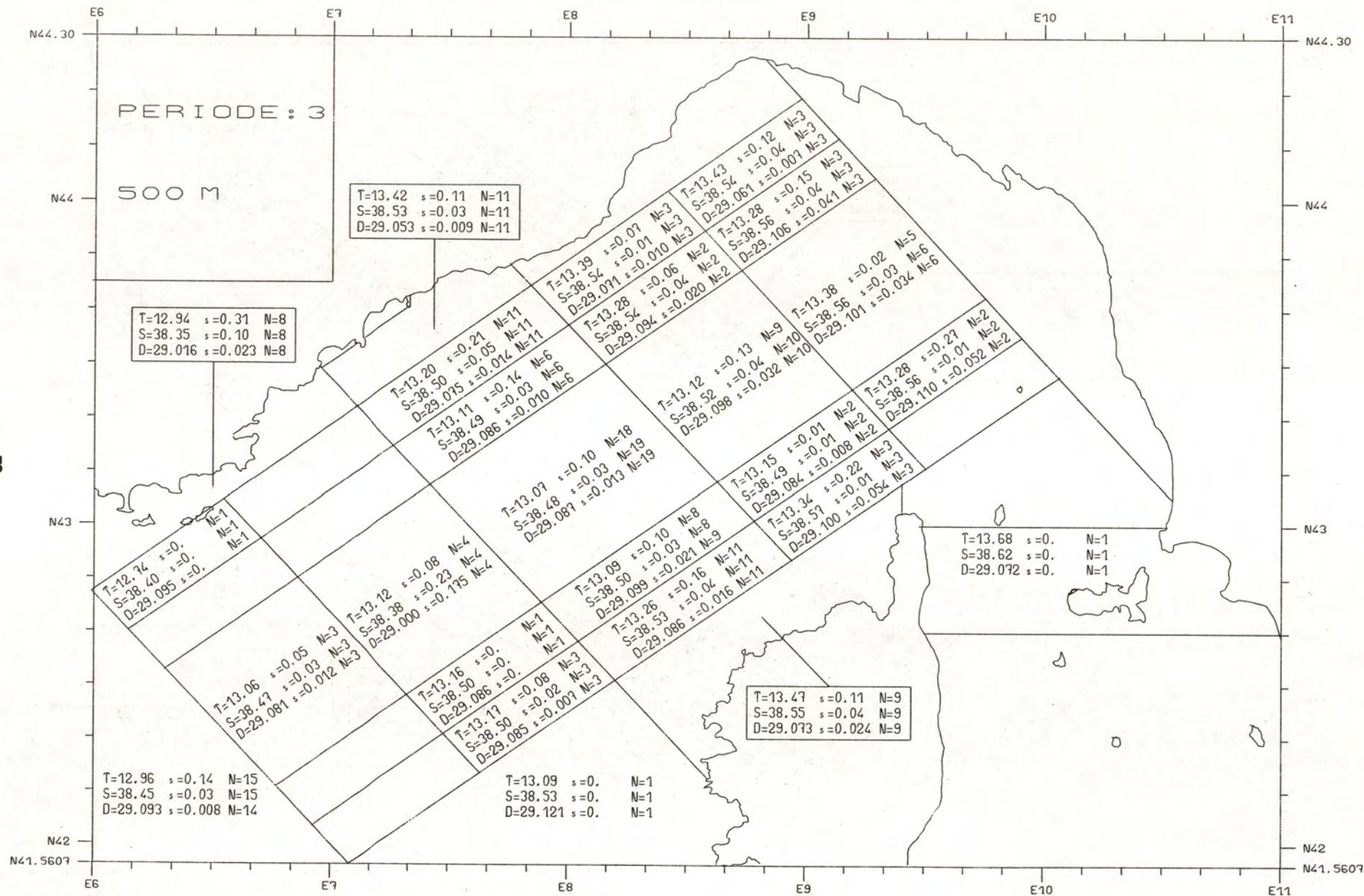




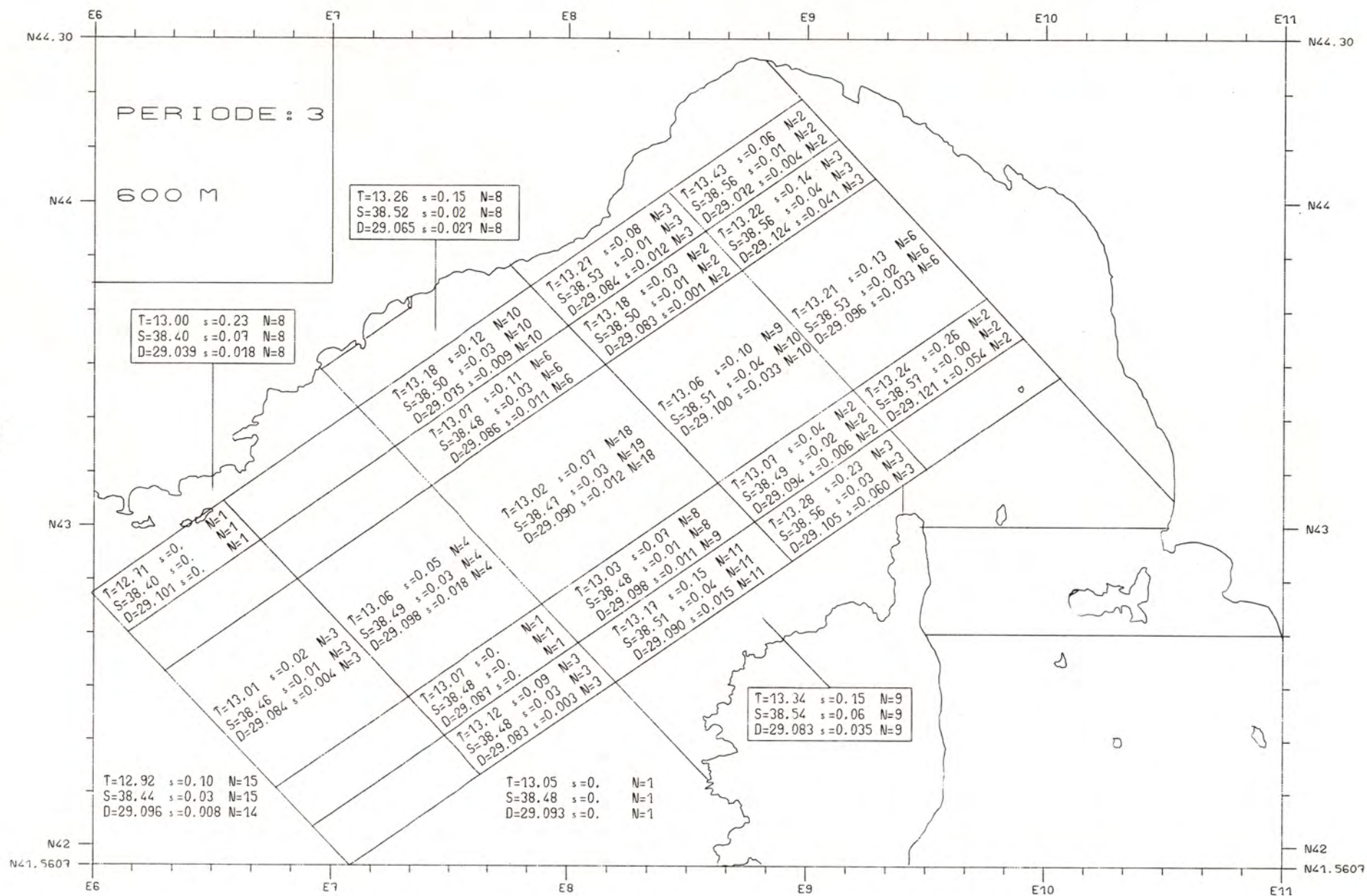


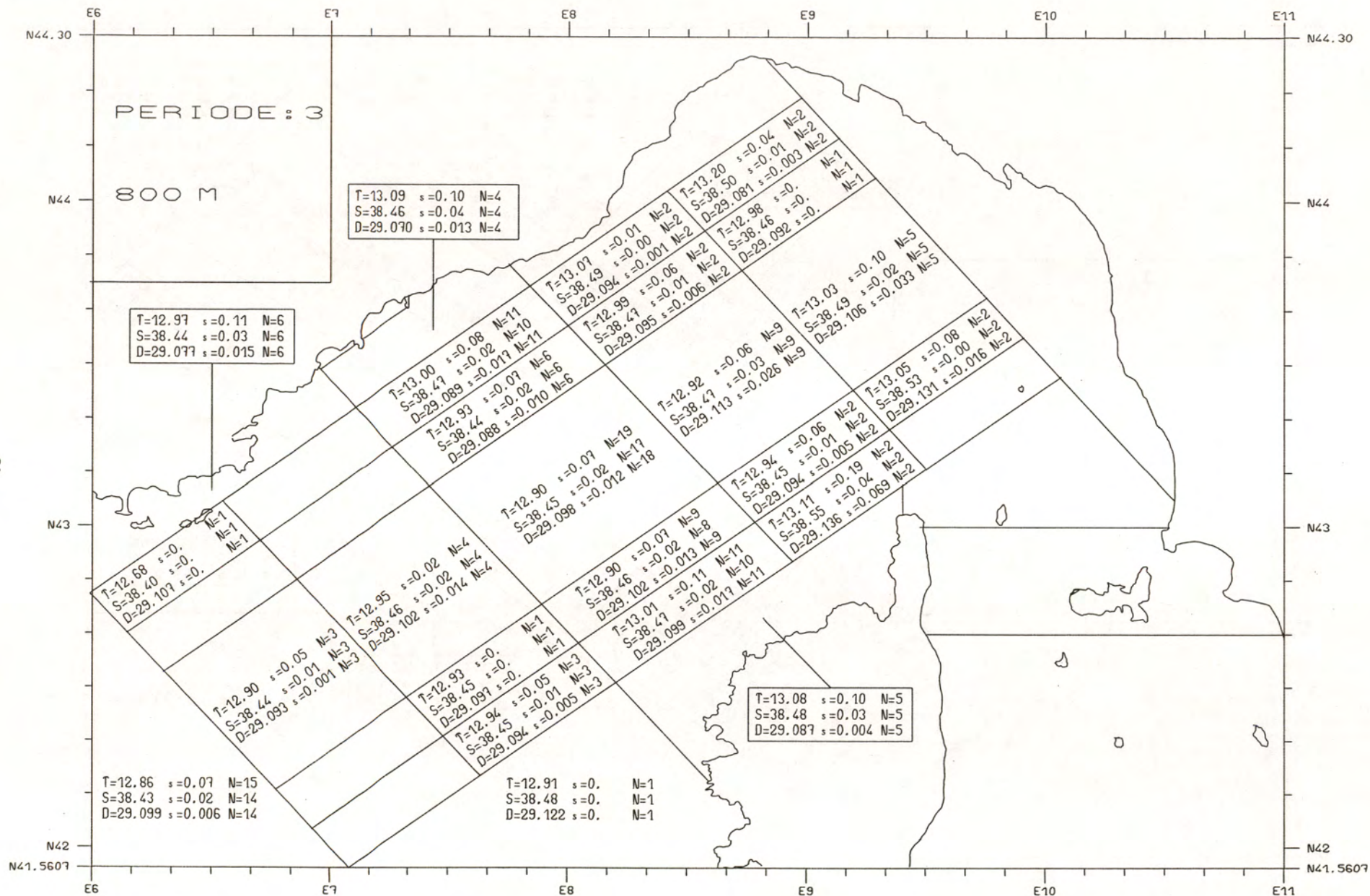




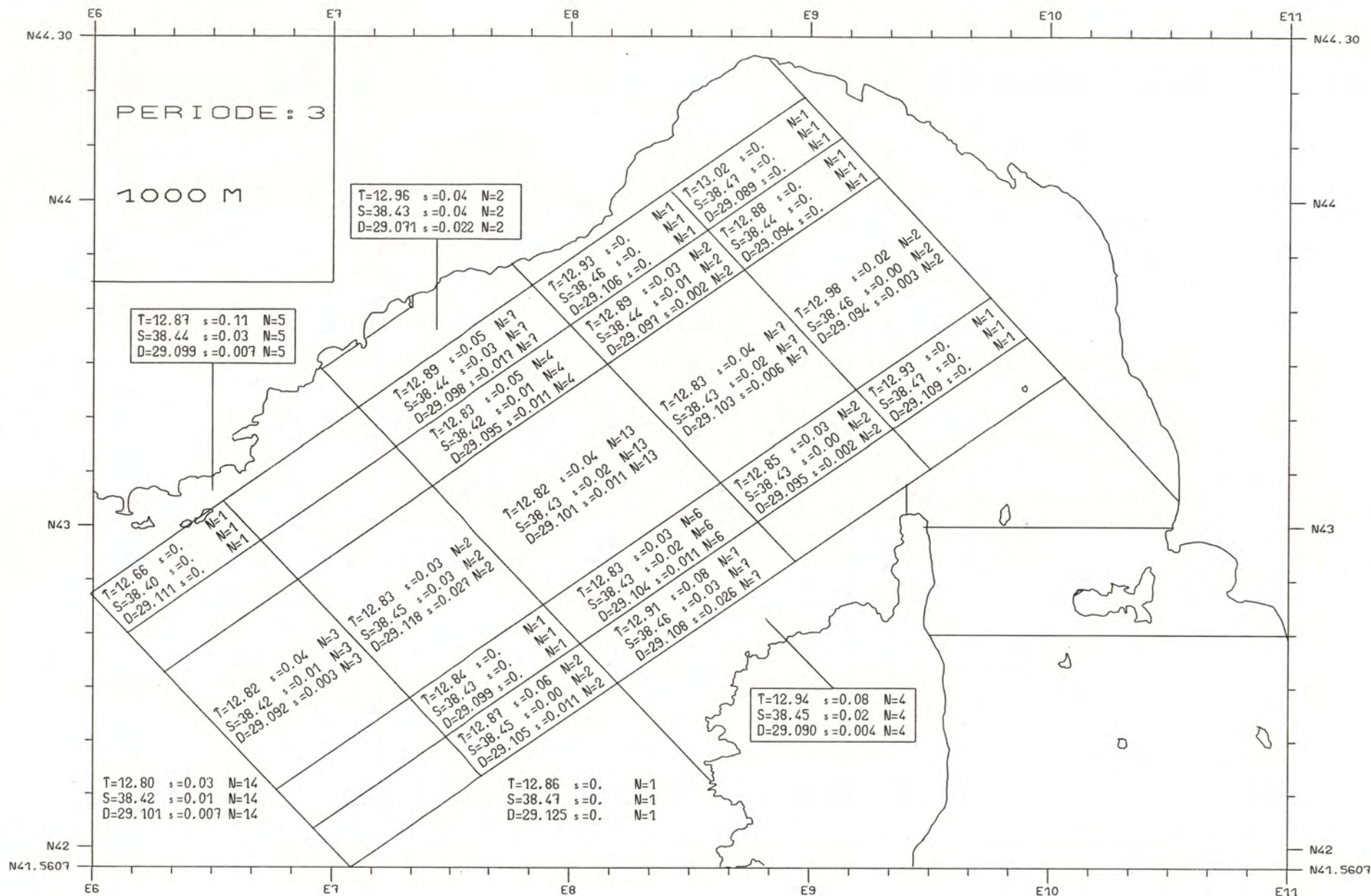














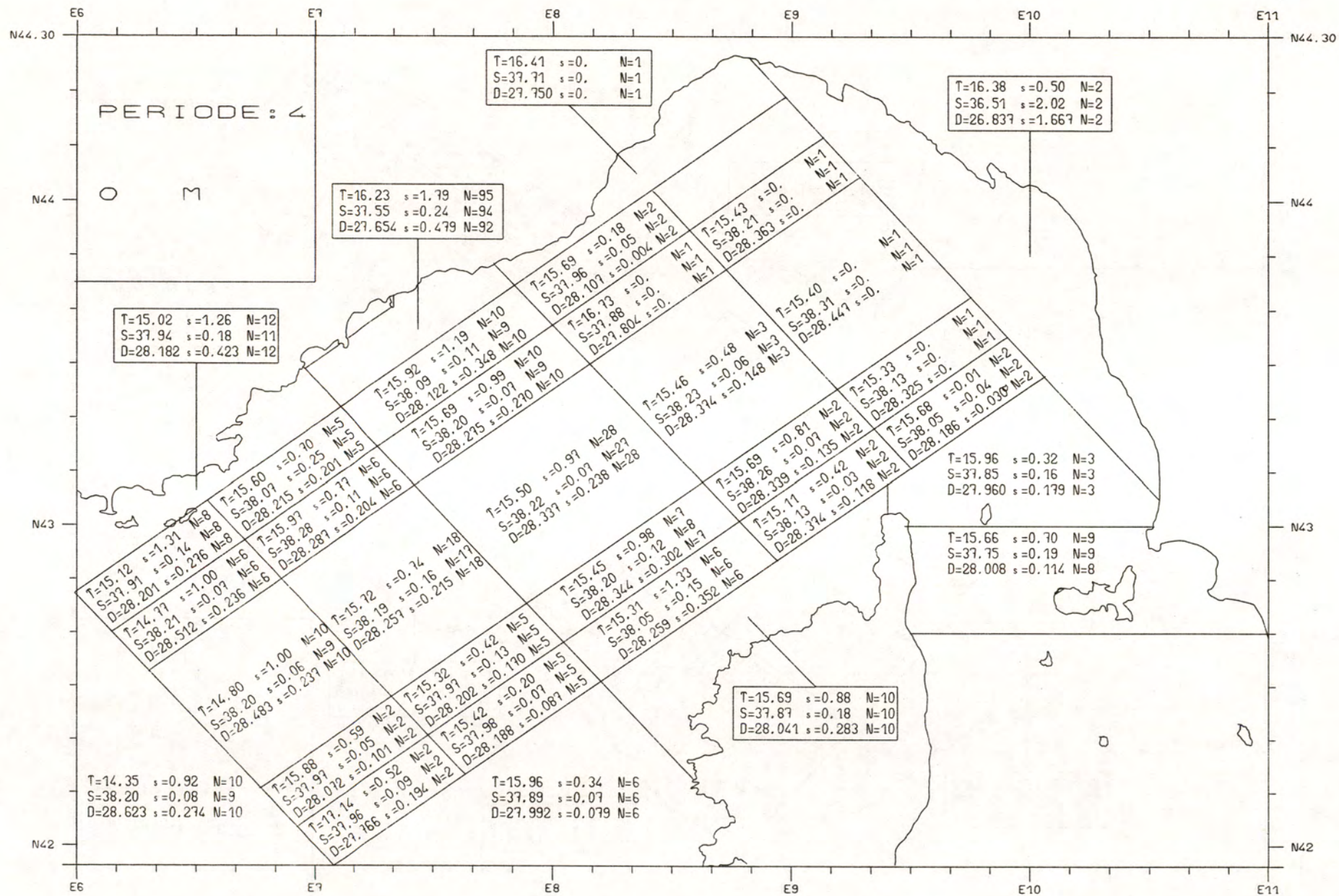
P E R I O D E    4

AVRIL - MAI

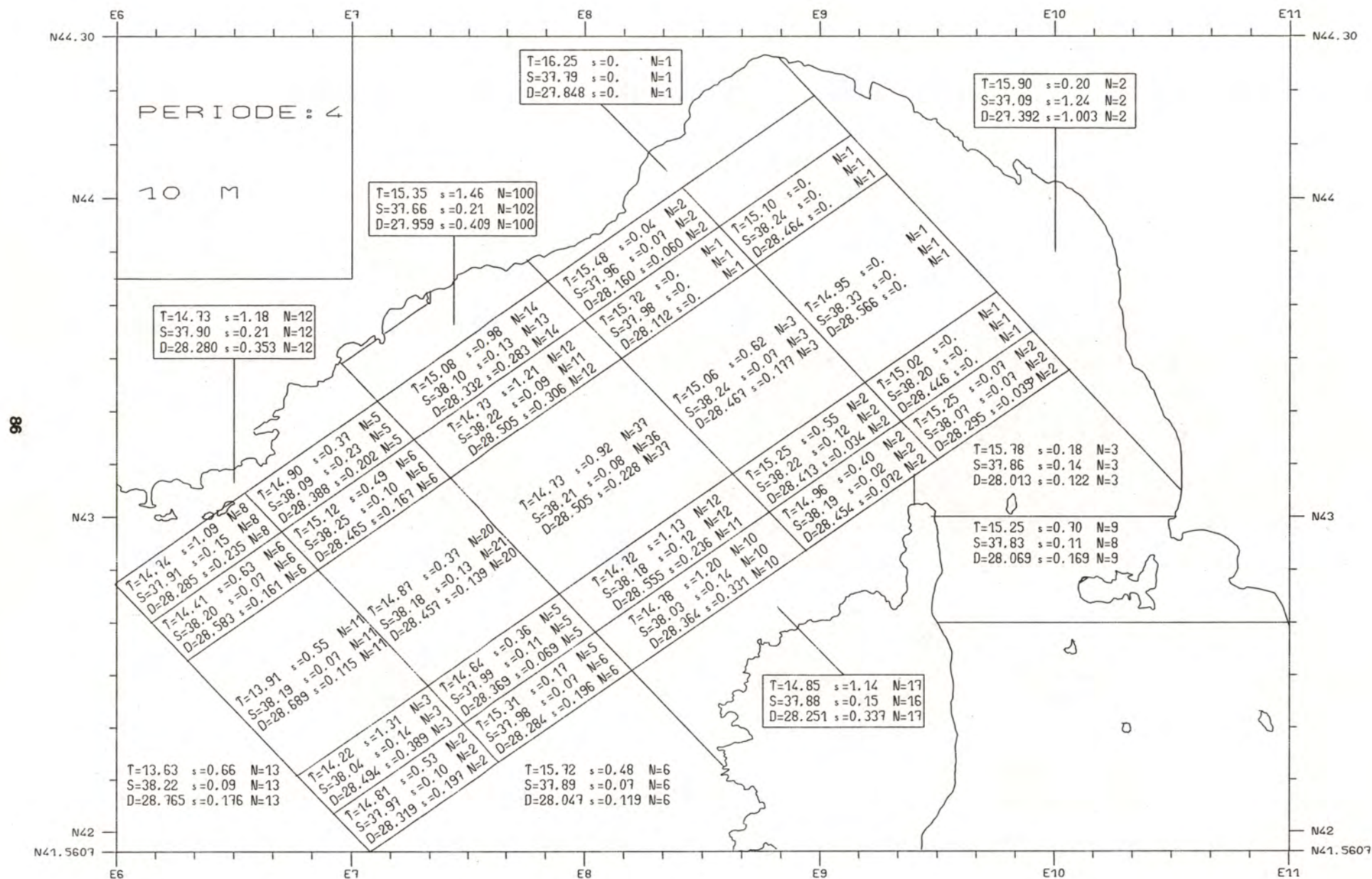
Epoque transitoire.

Renforcement de la stratification

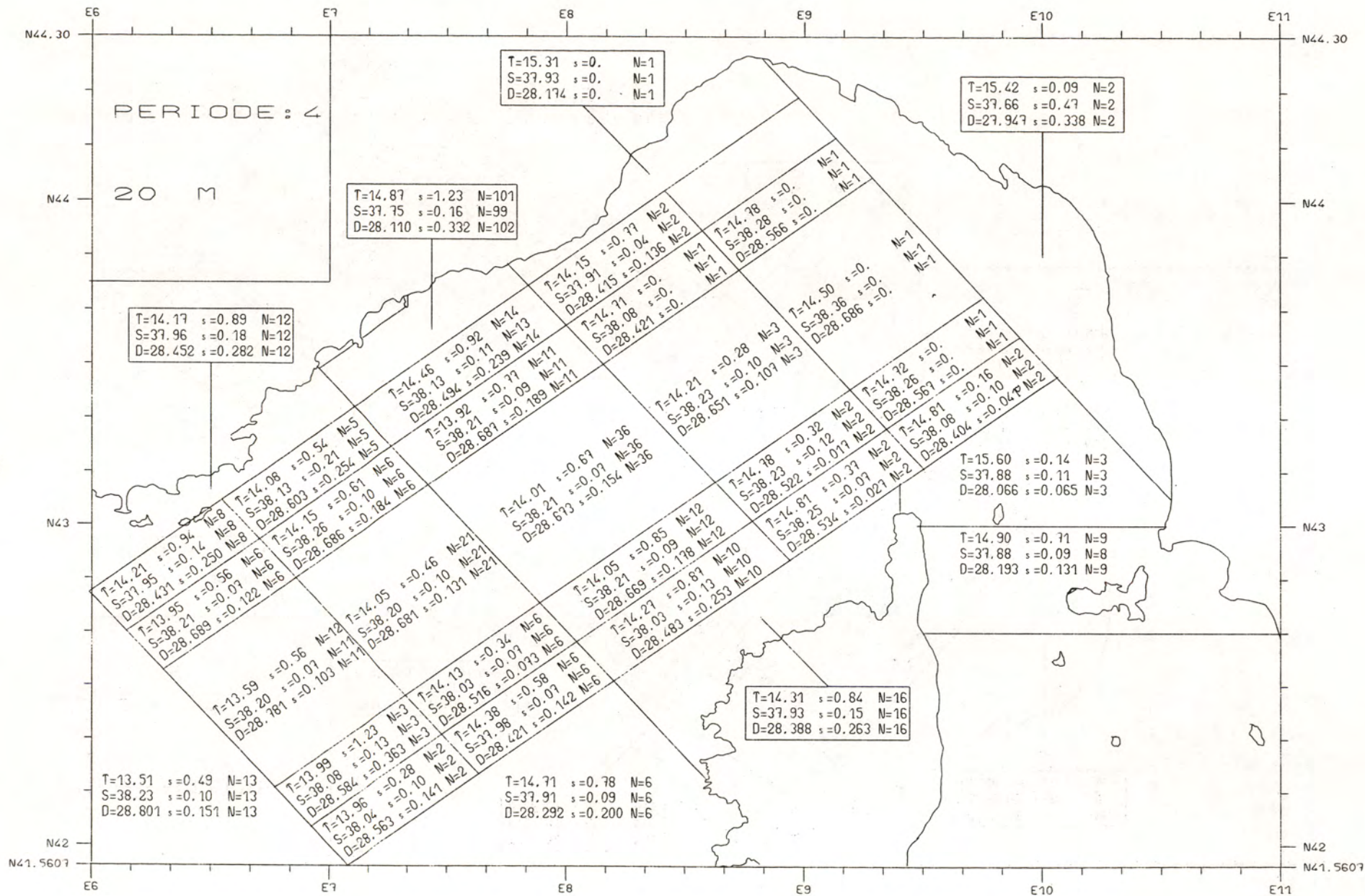


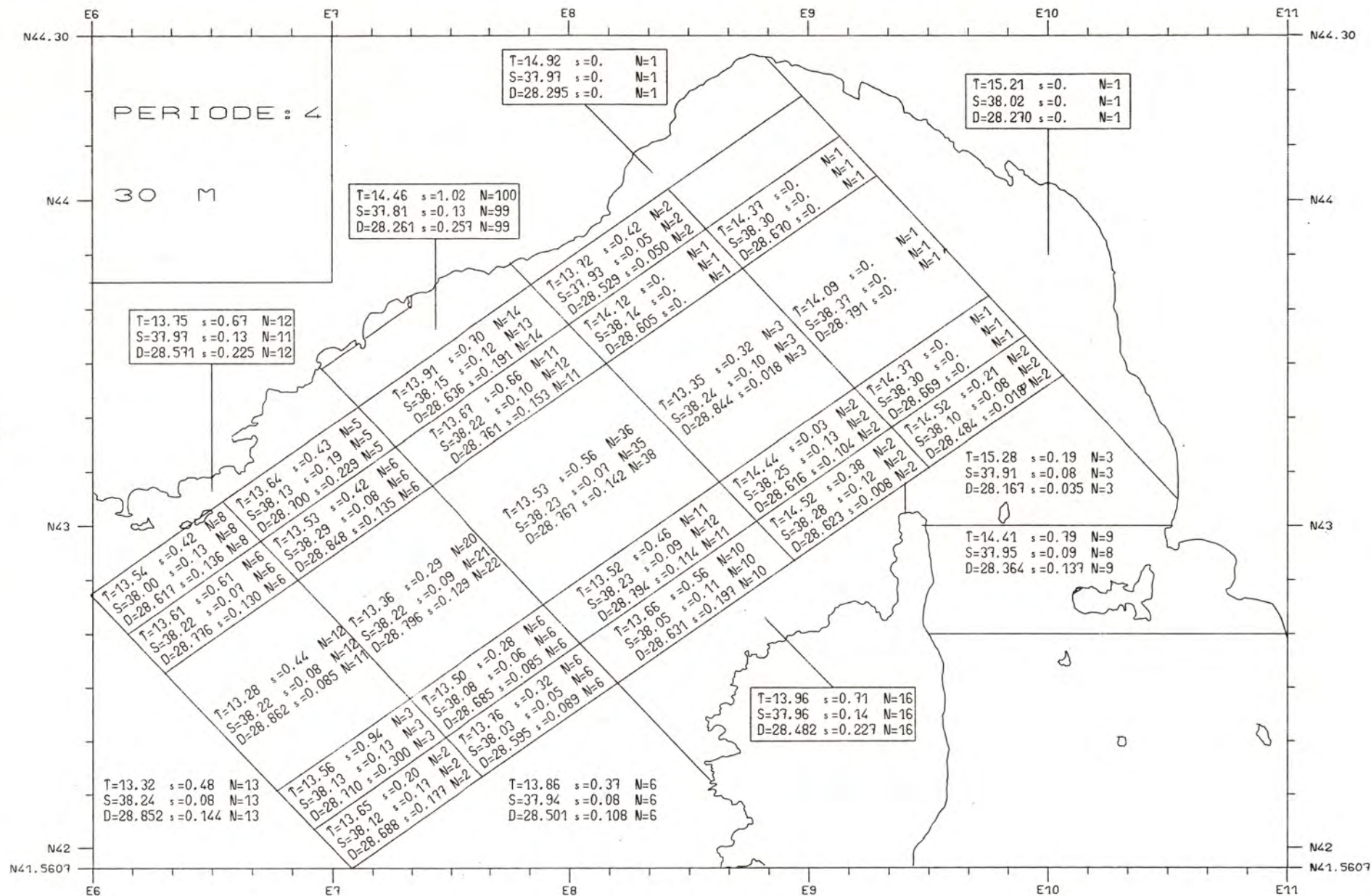




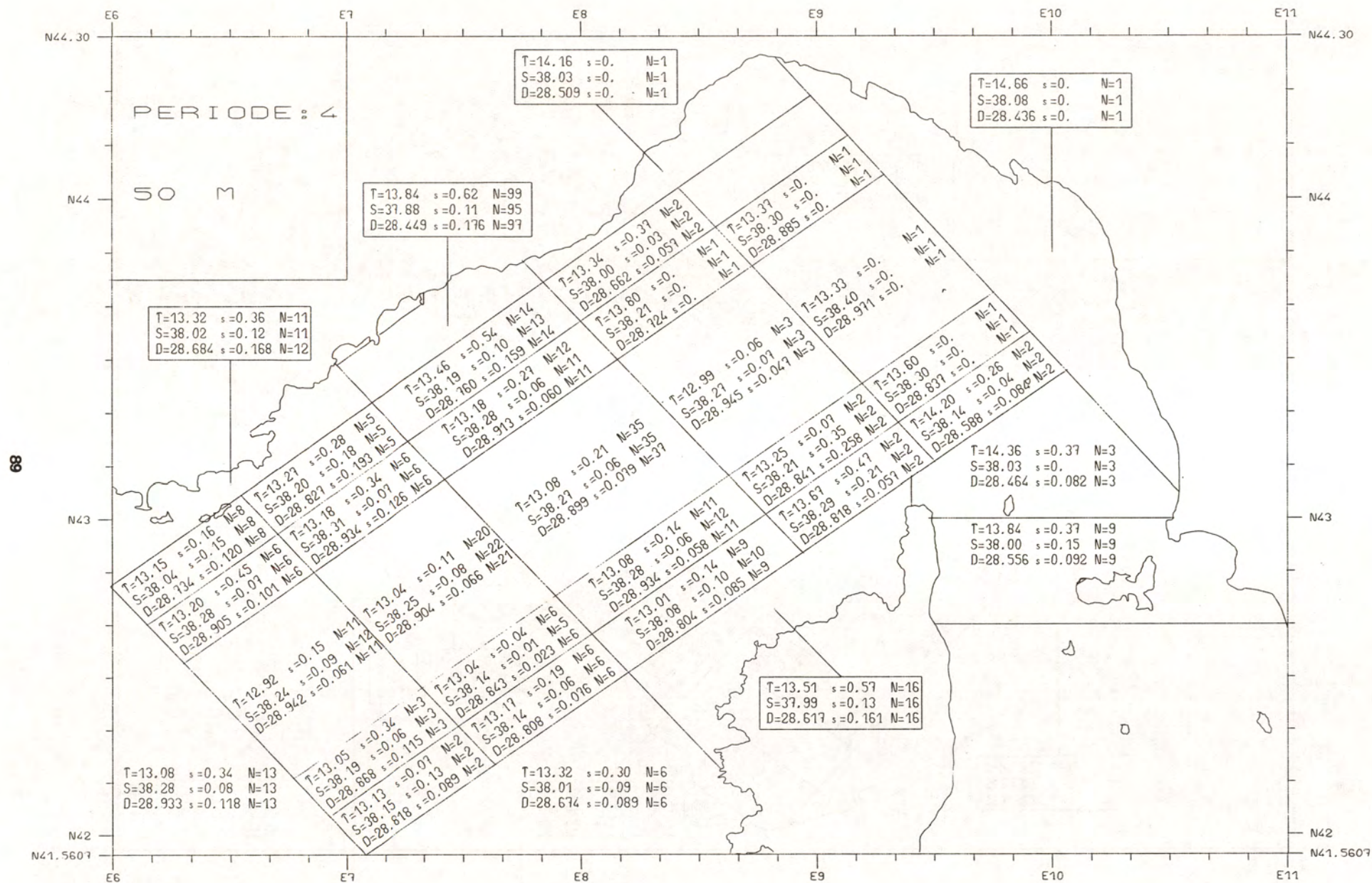




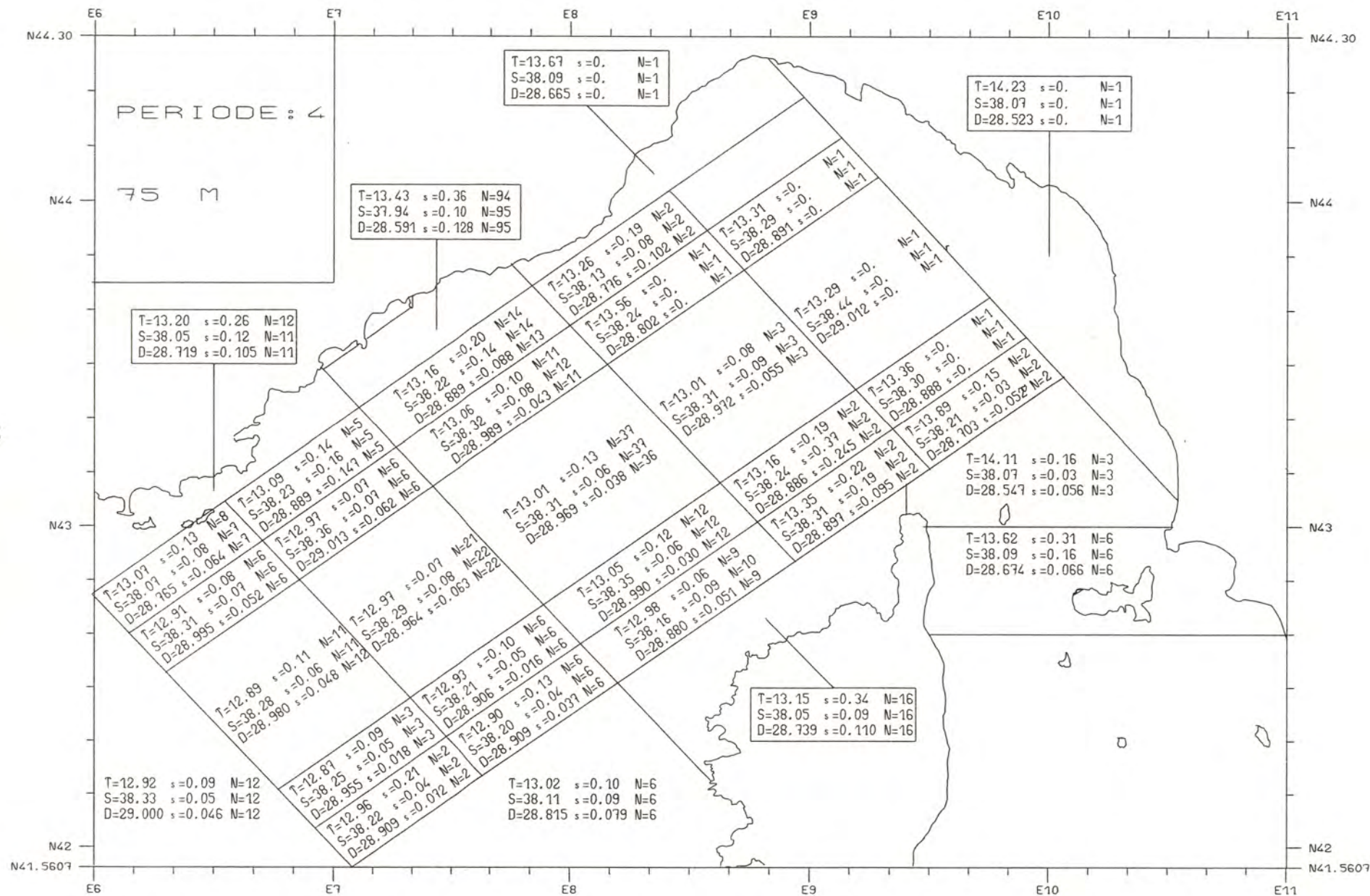




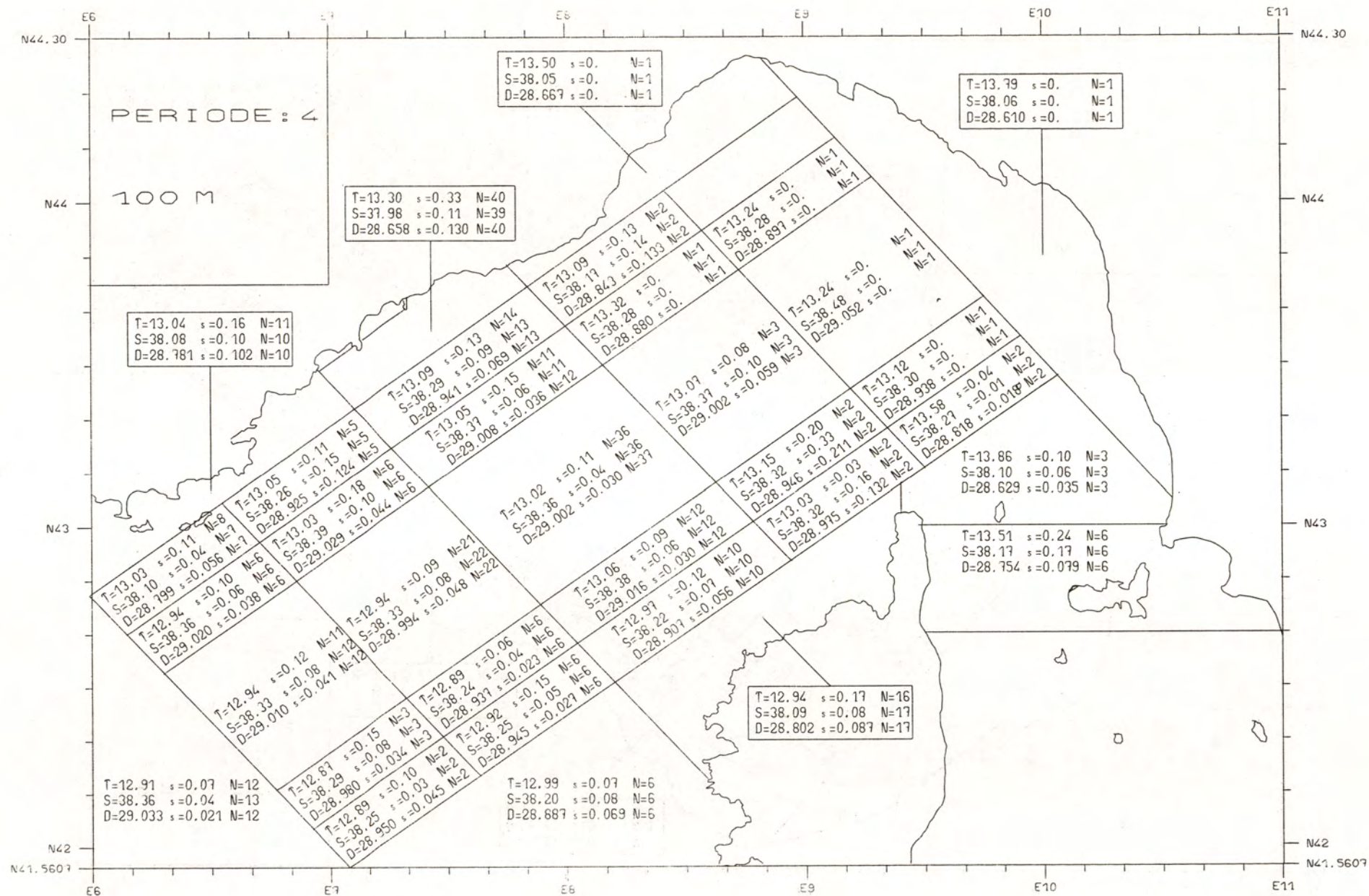


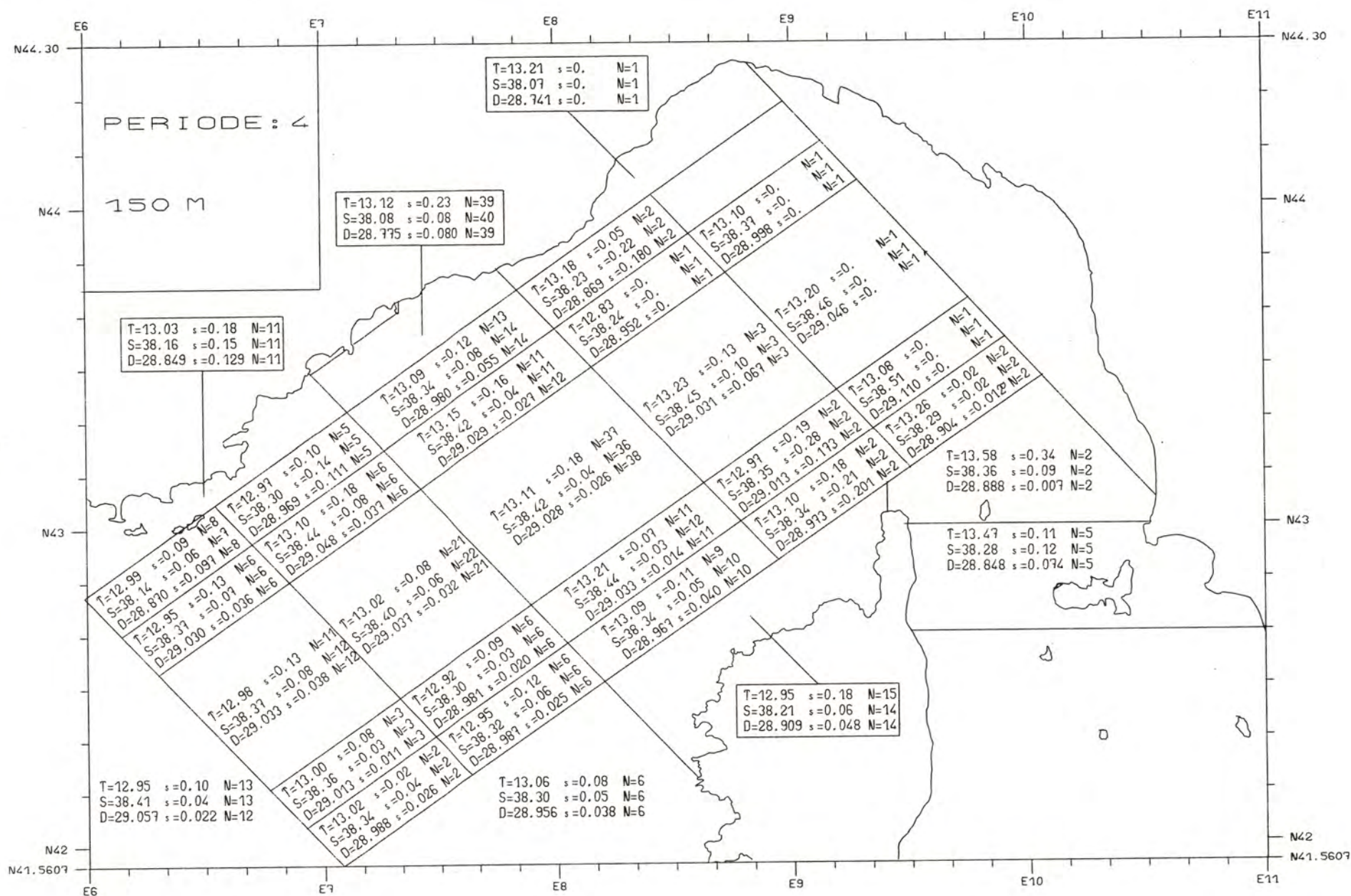




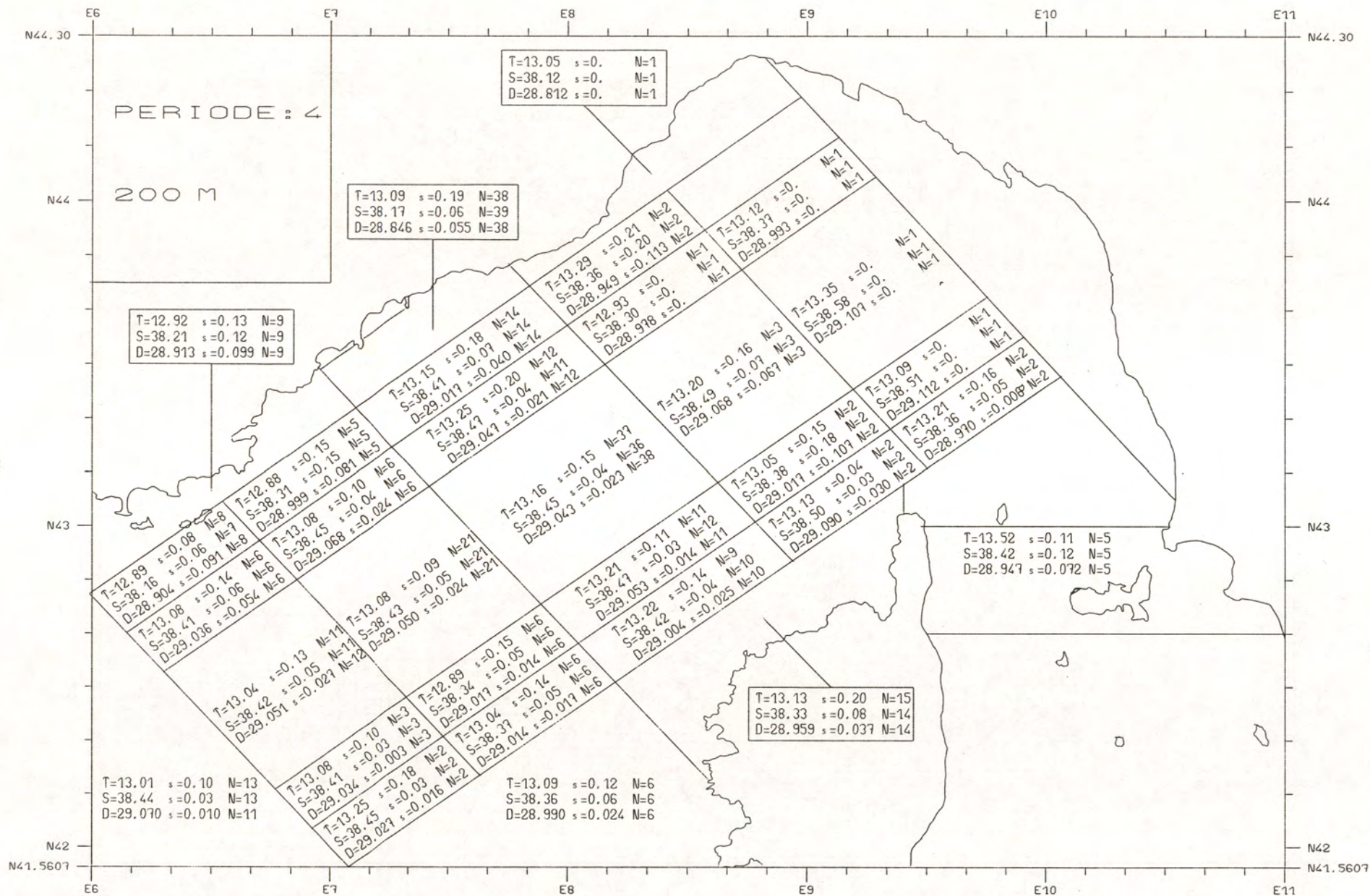


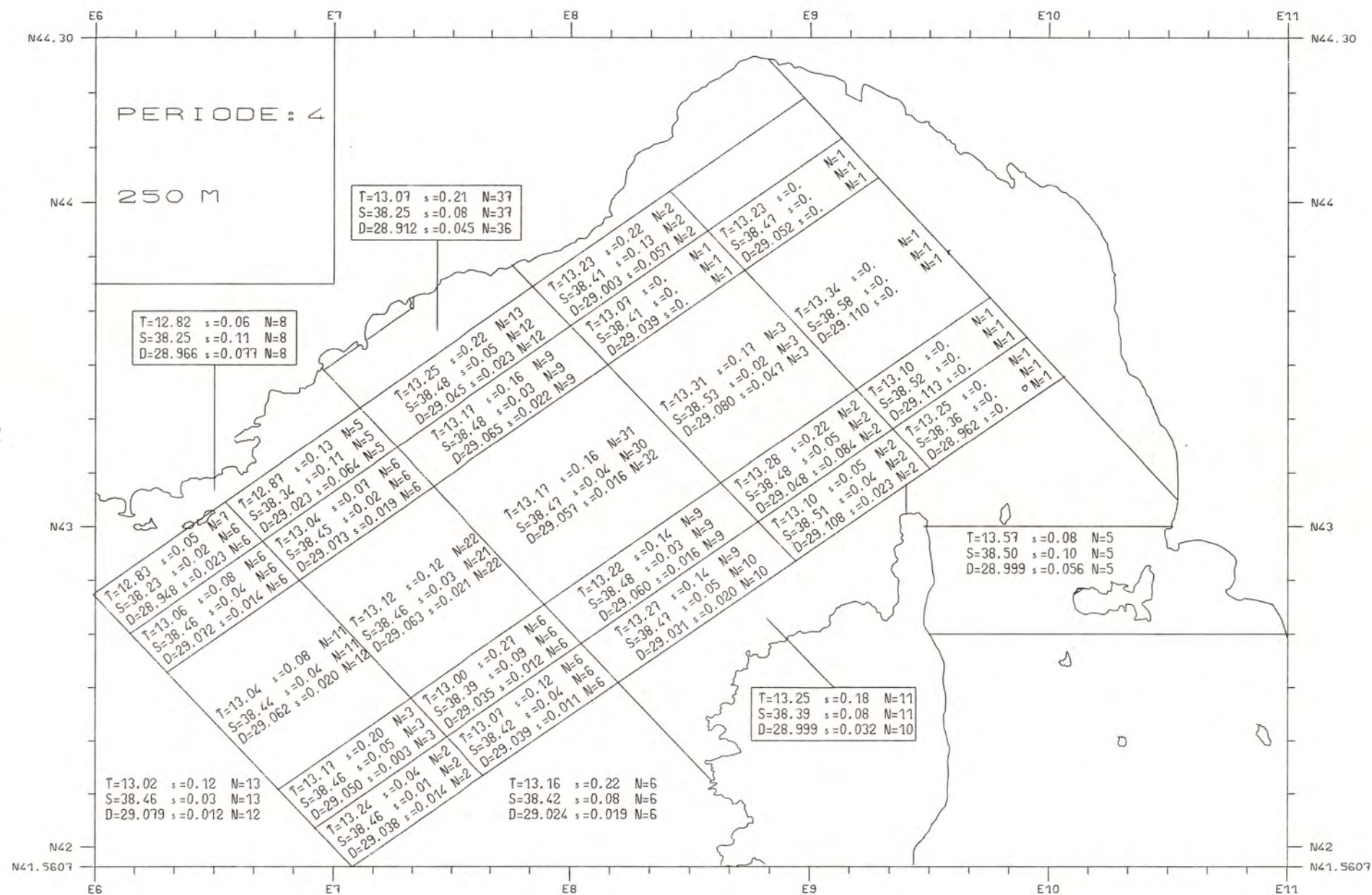




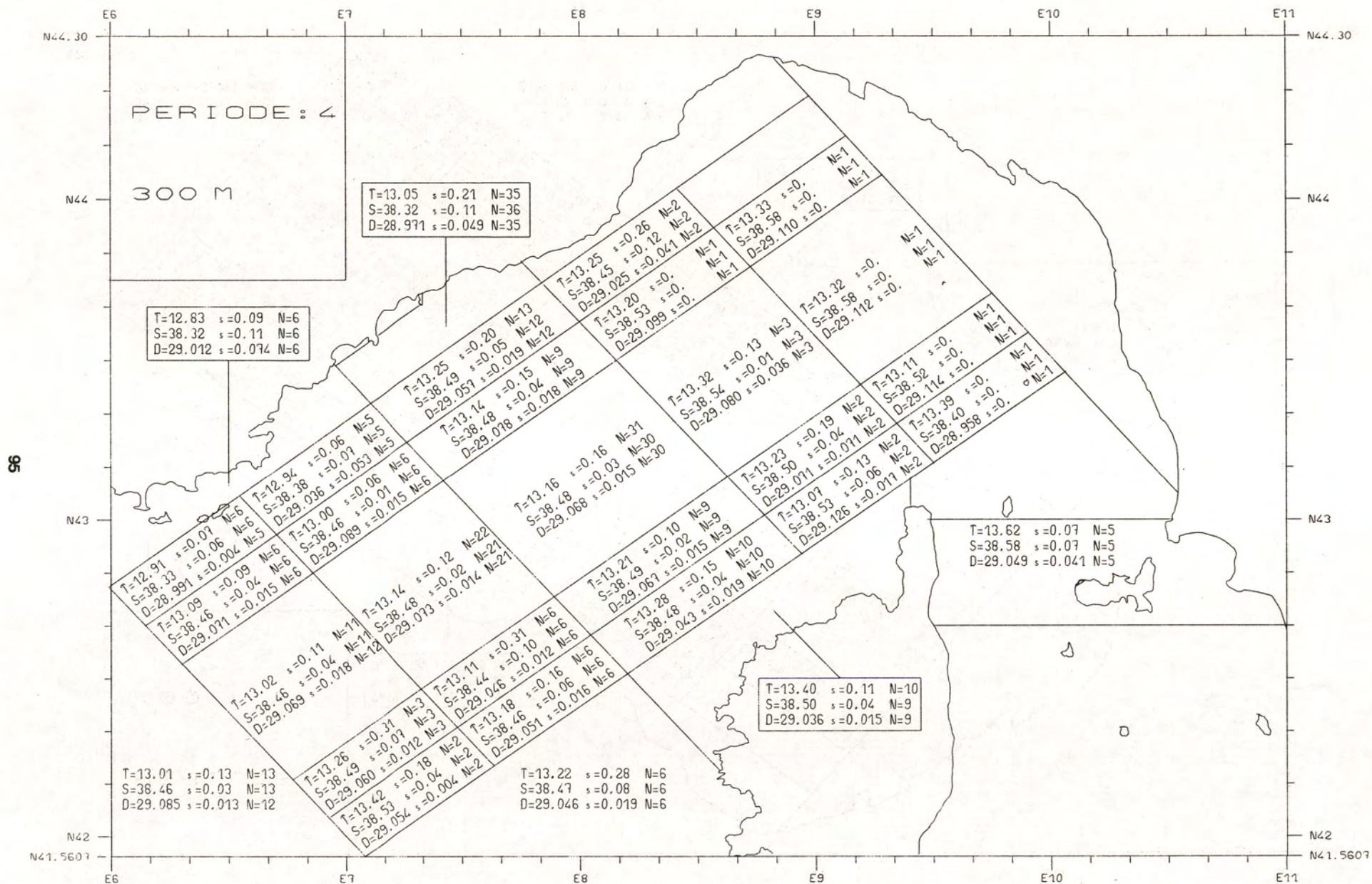




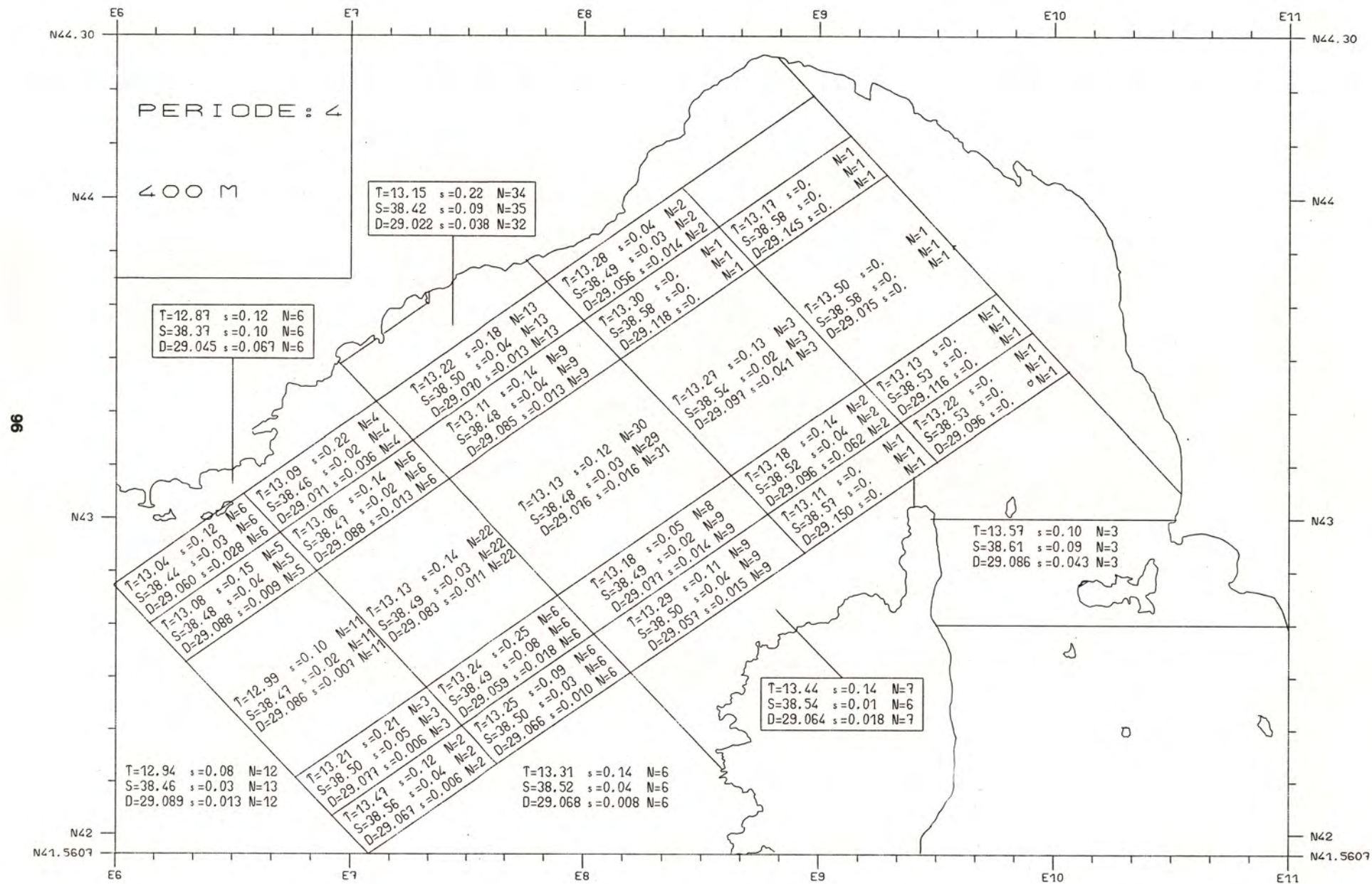




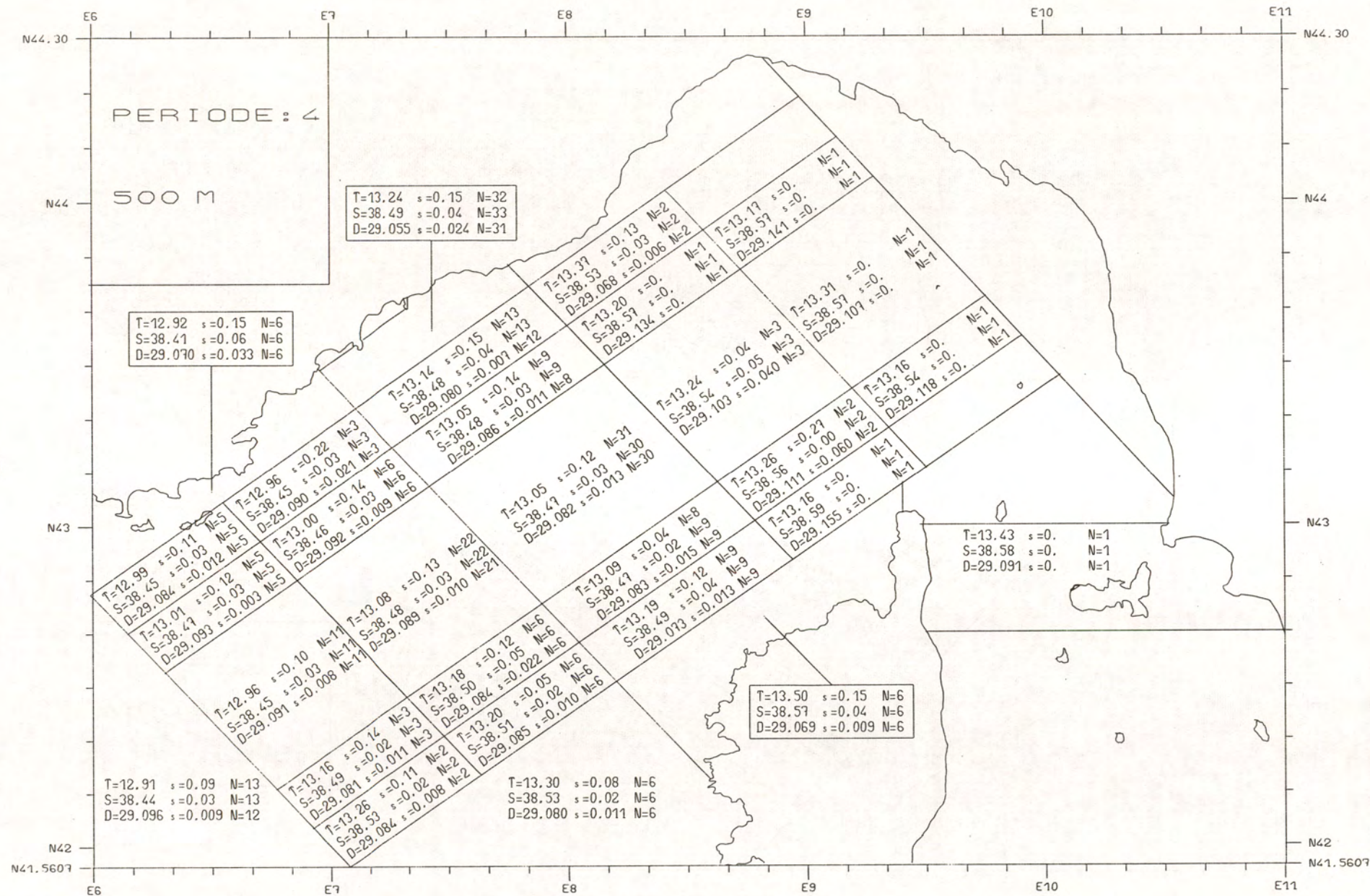




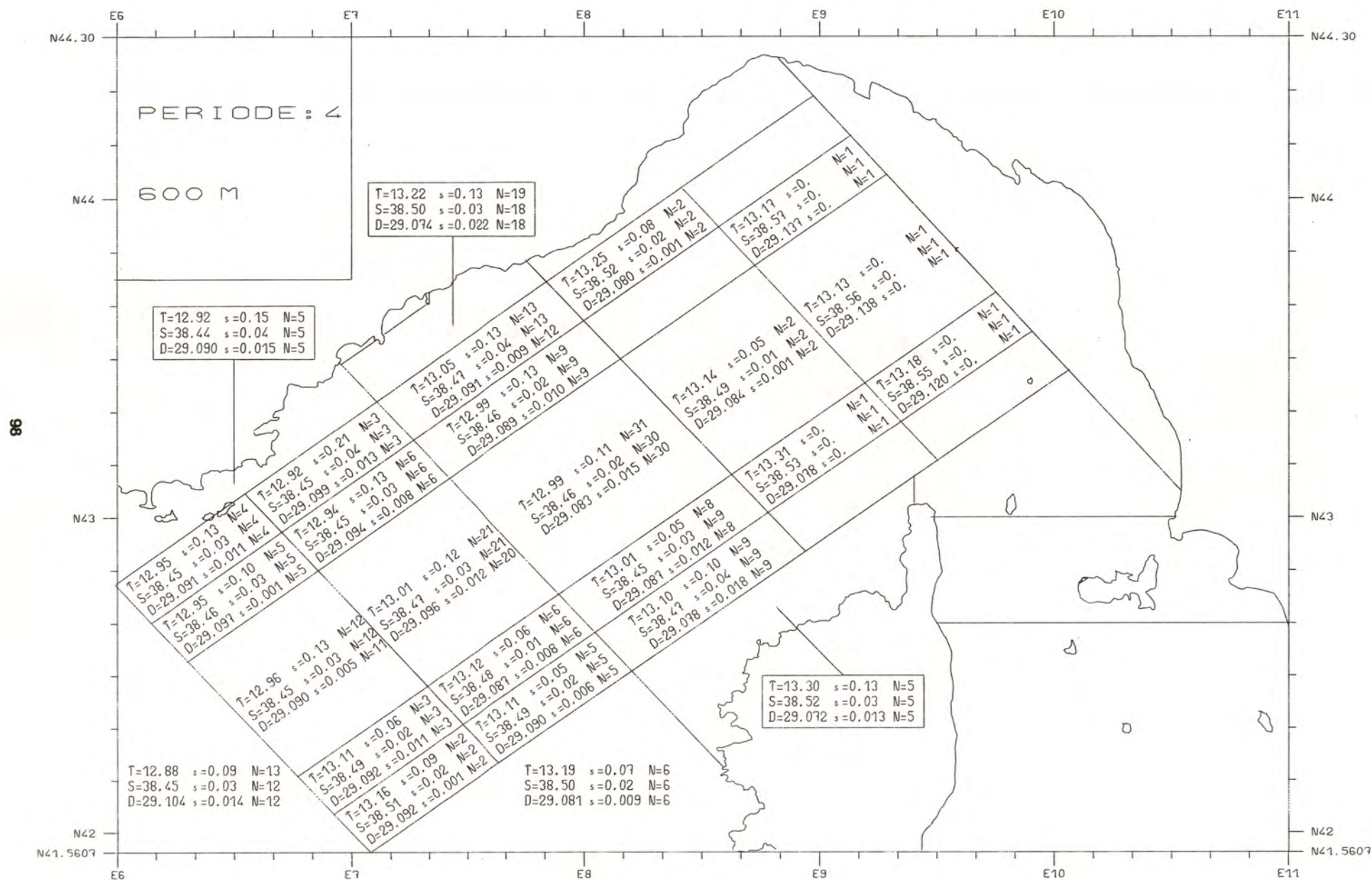




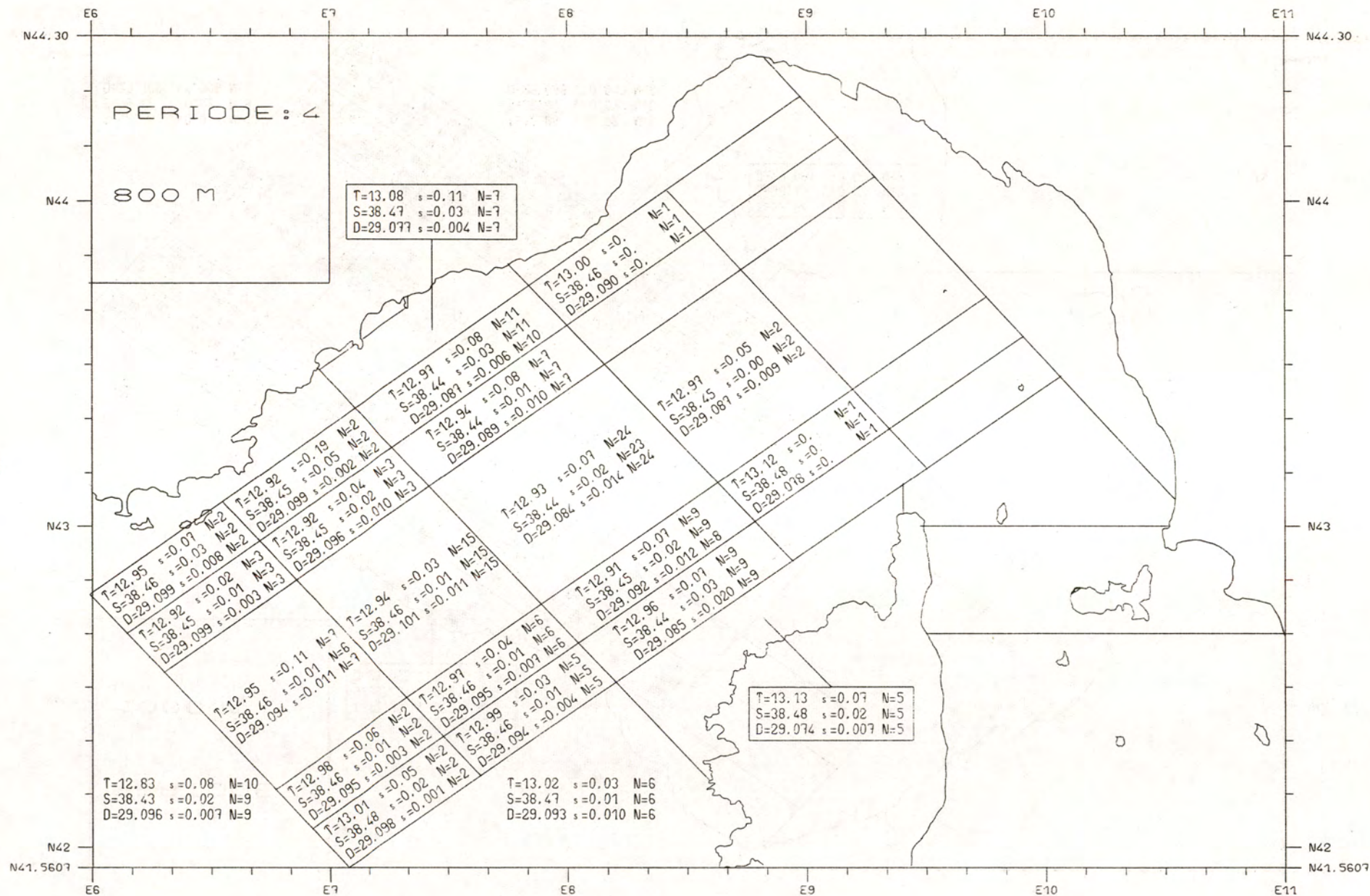


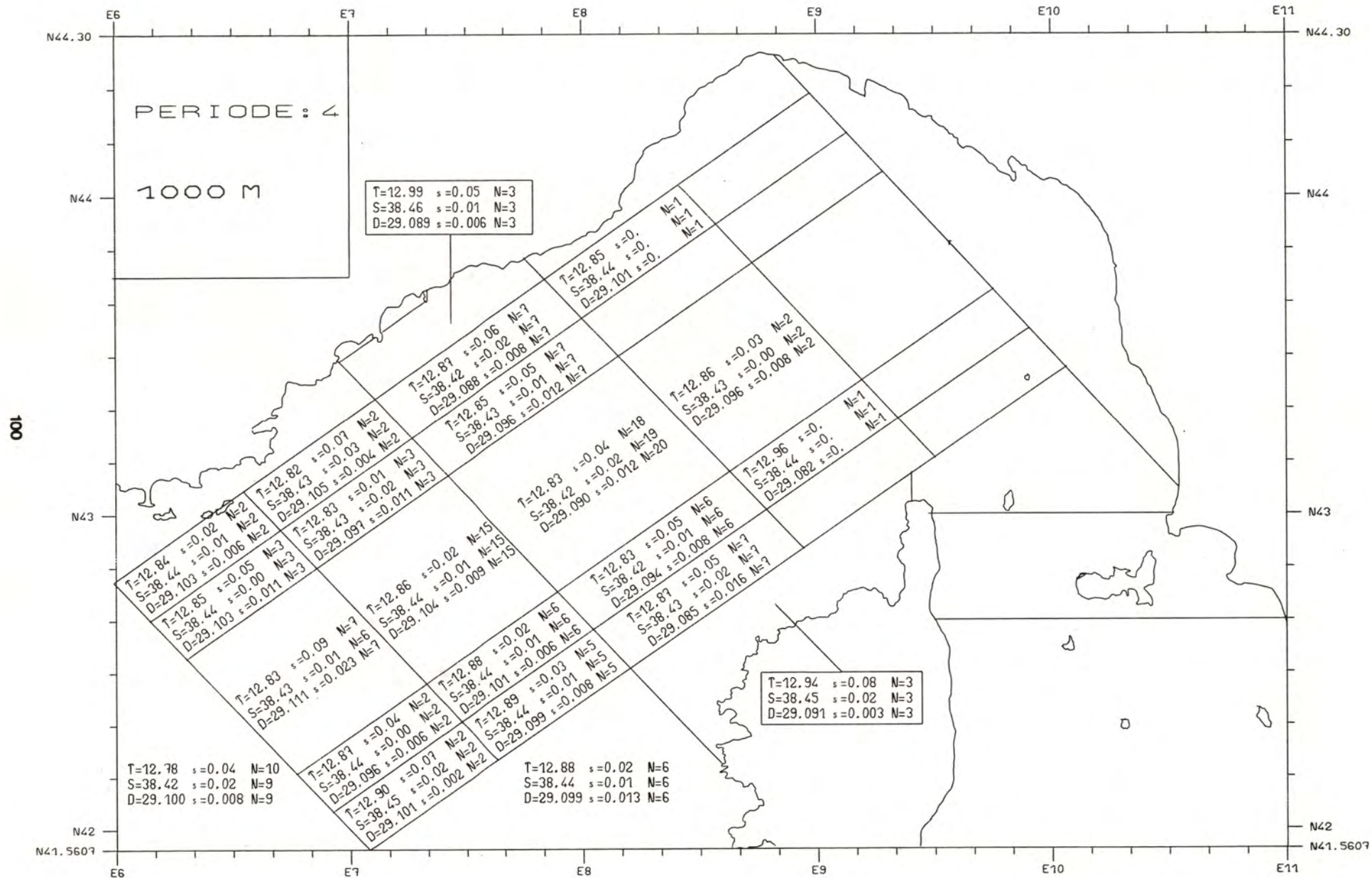












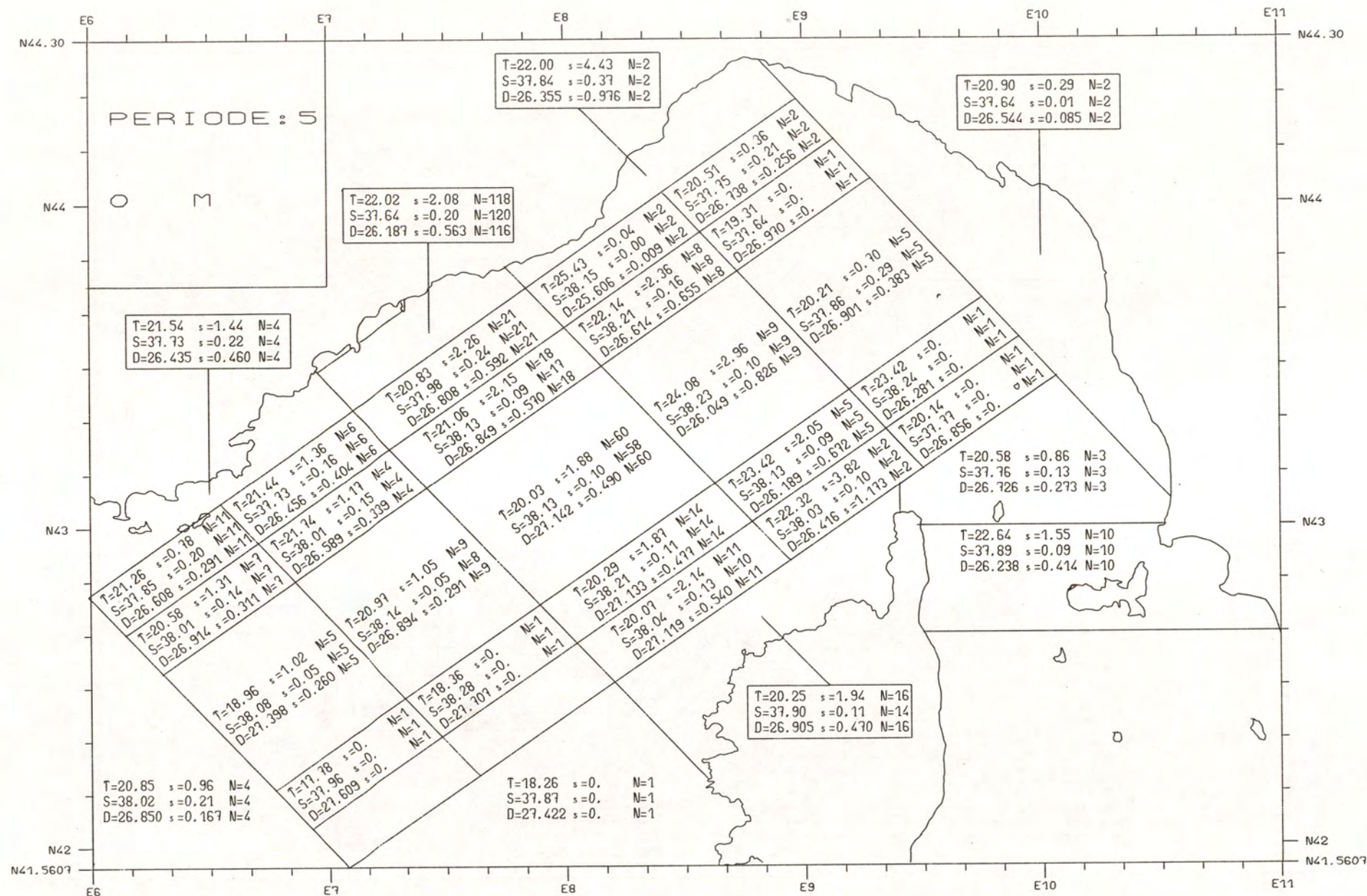


P E R I O D E    5

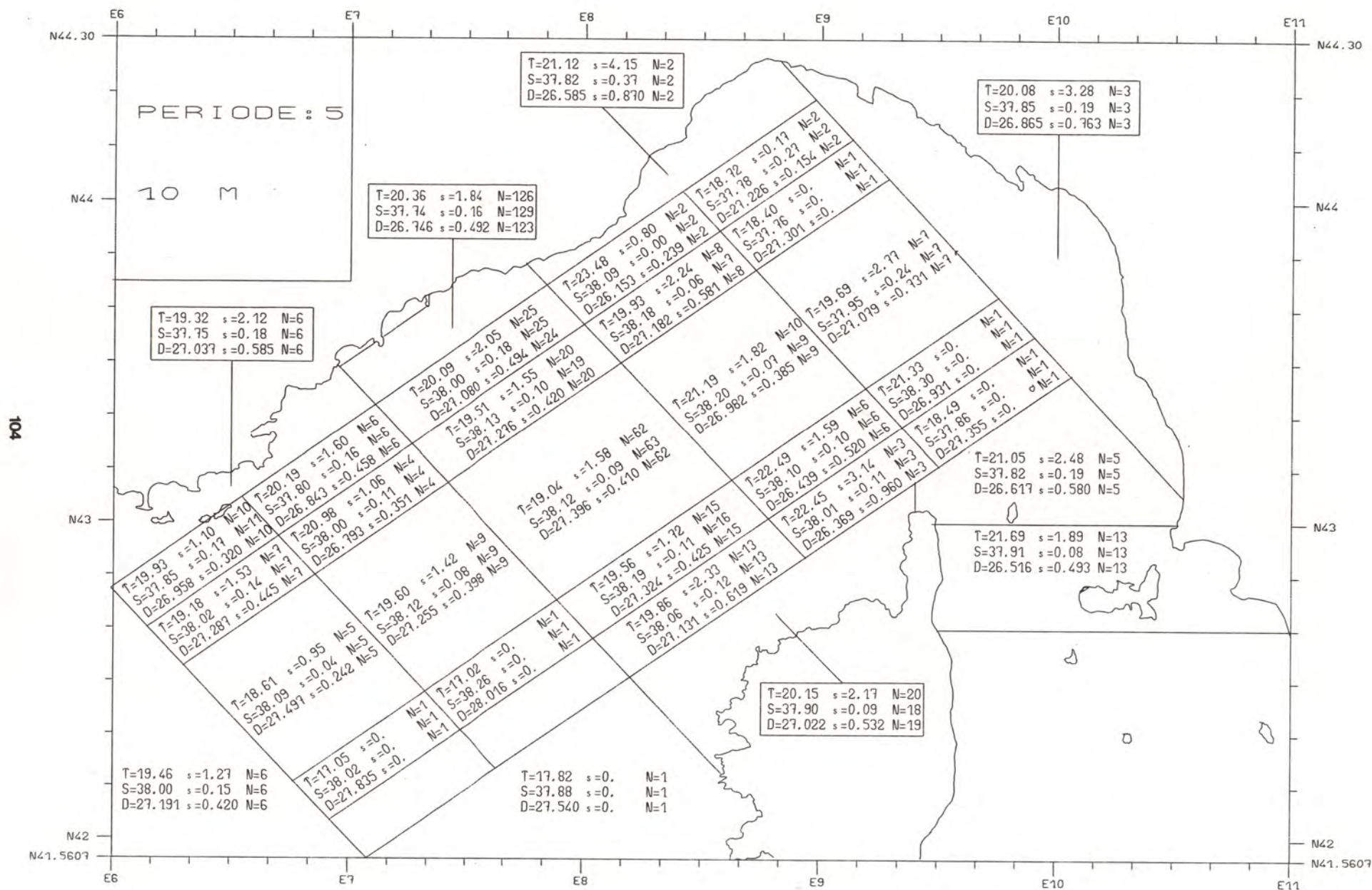
J U I N   -   J U I L L E T

Thermocline établie dans la couche superficielle



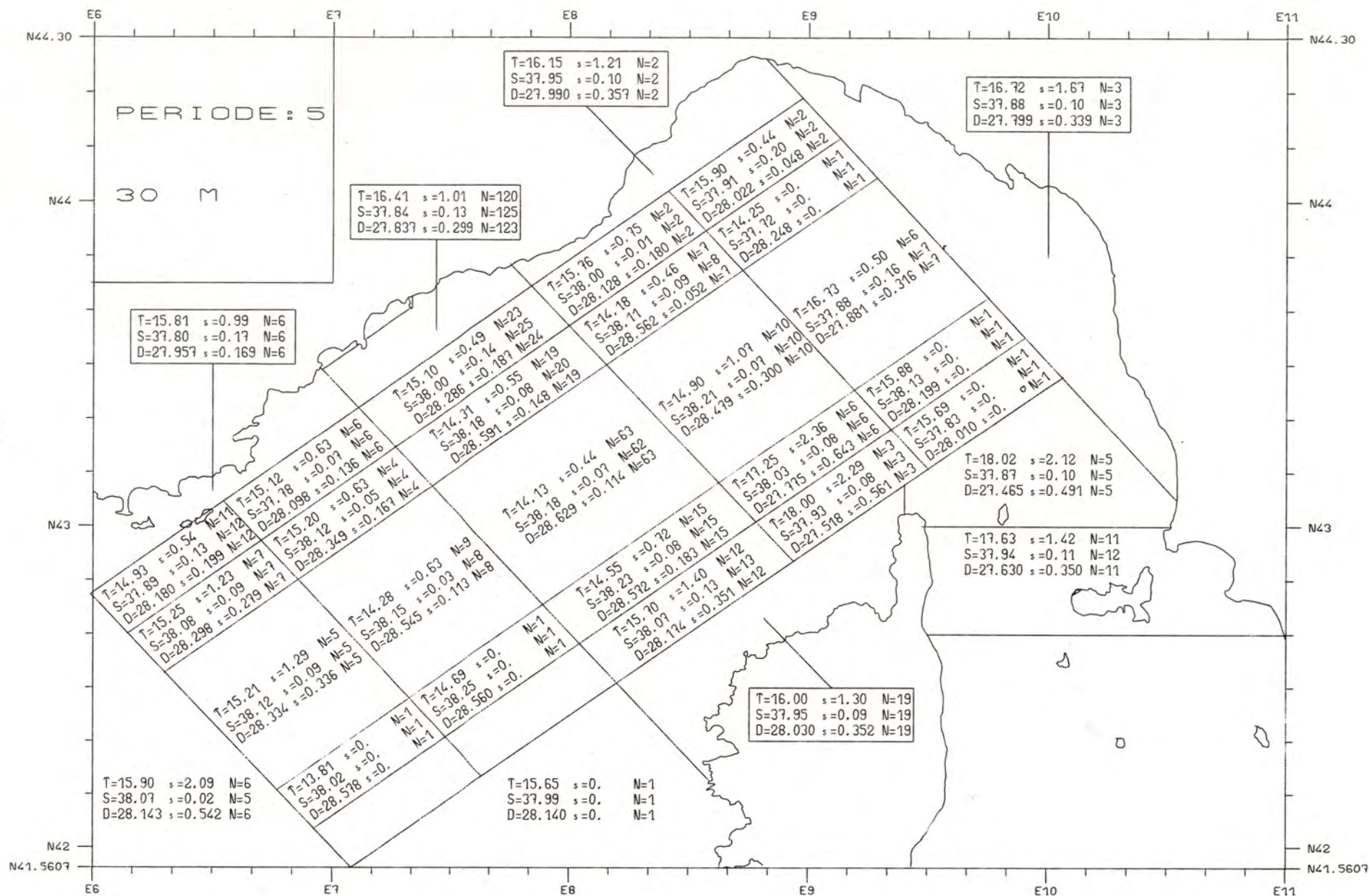




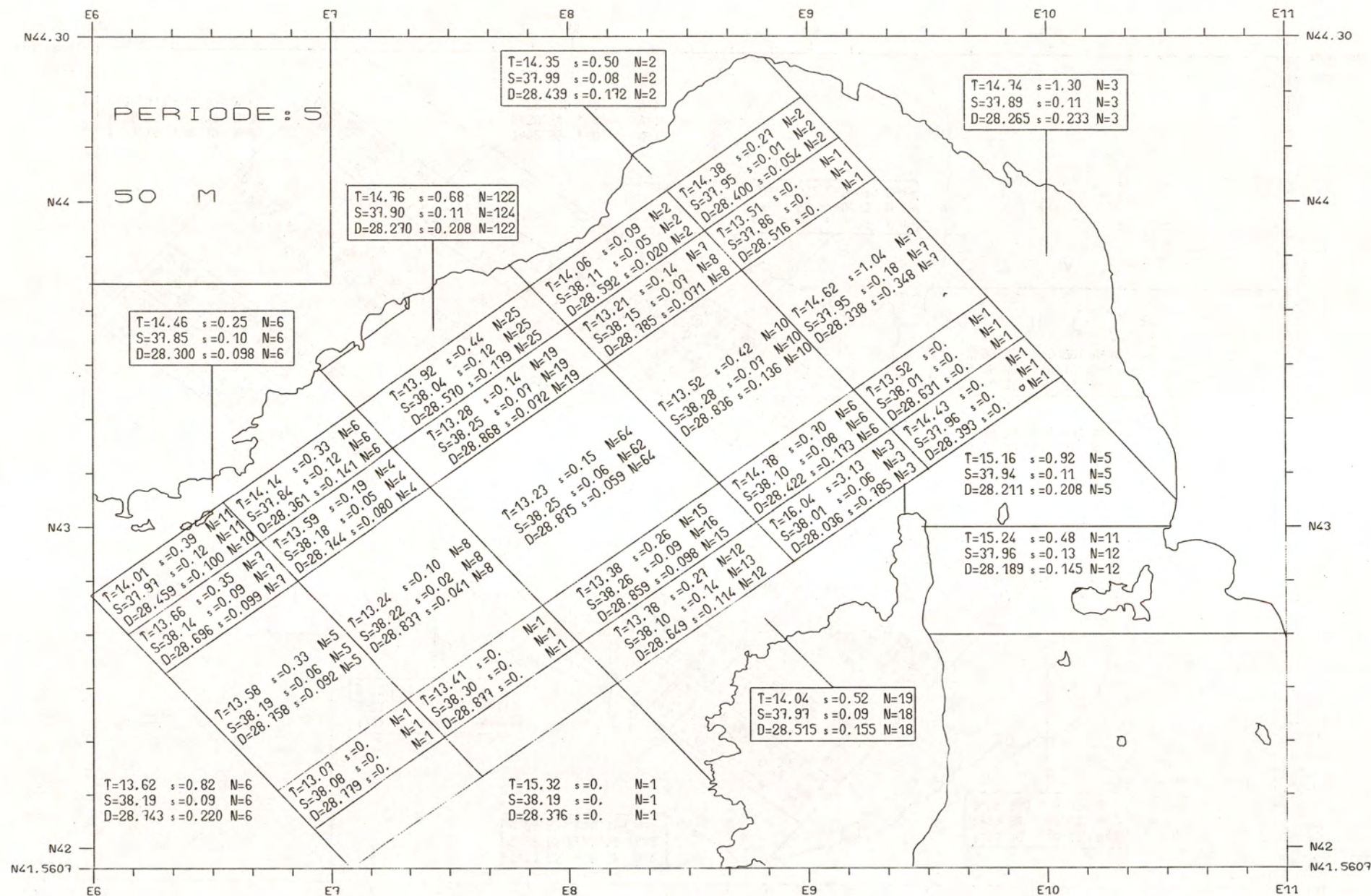




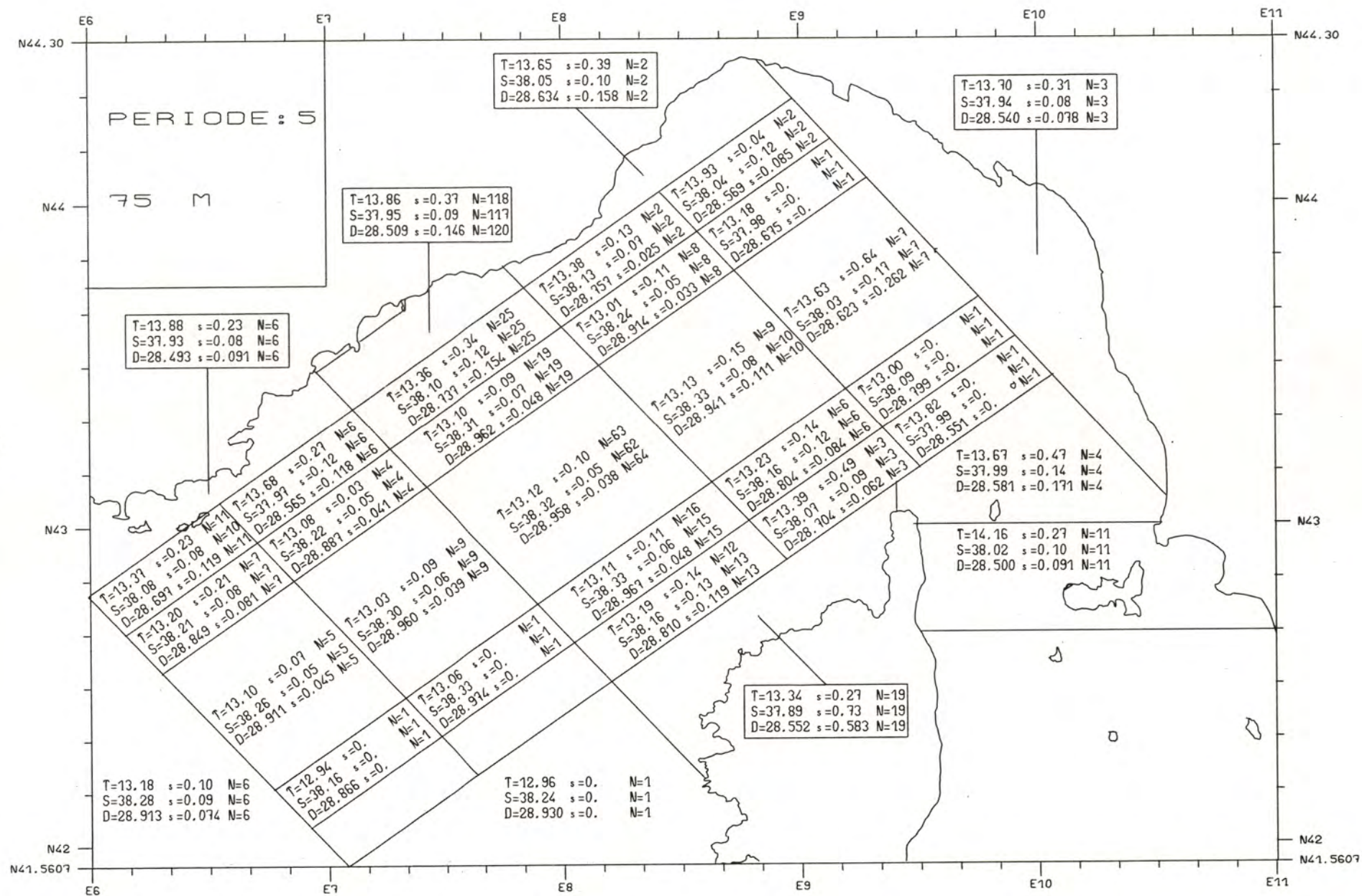


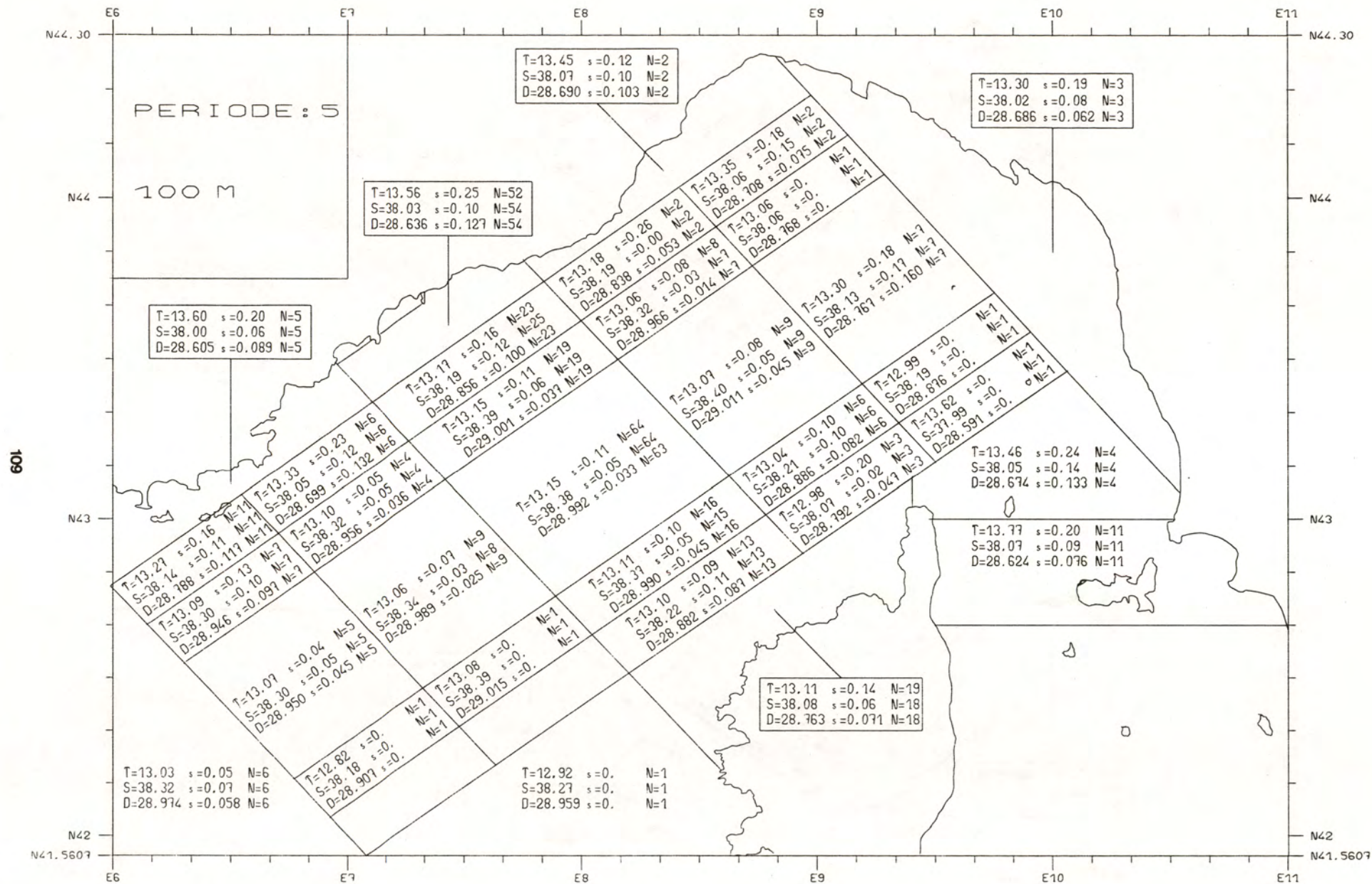




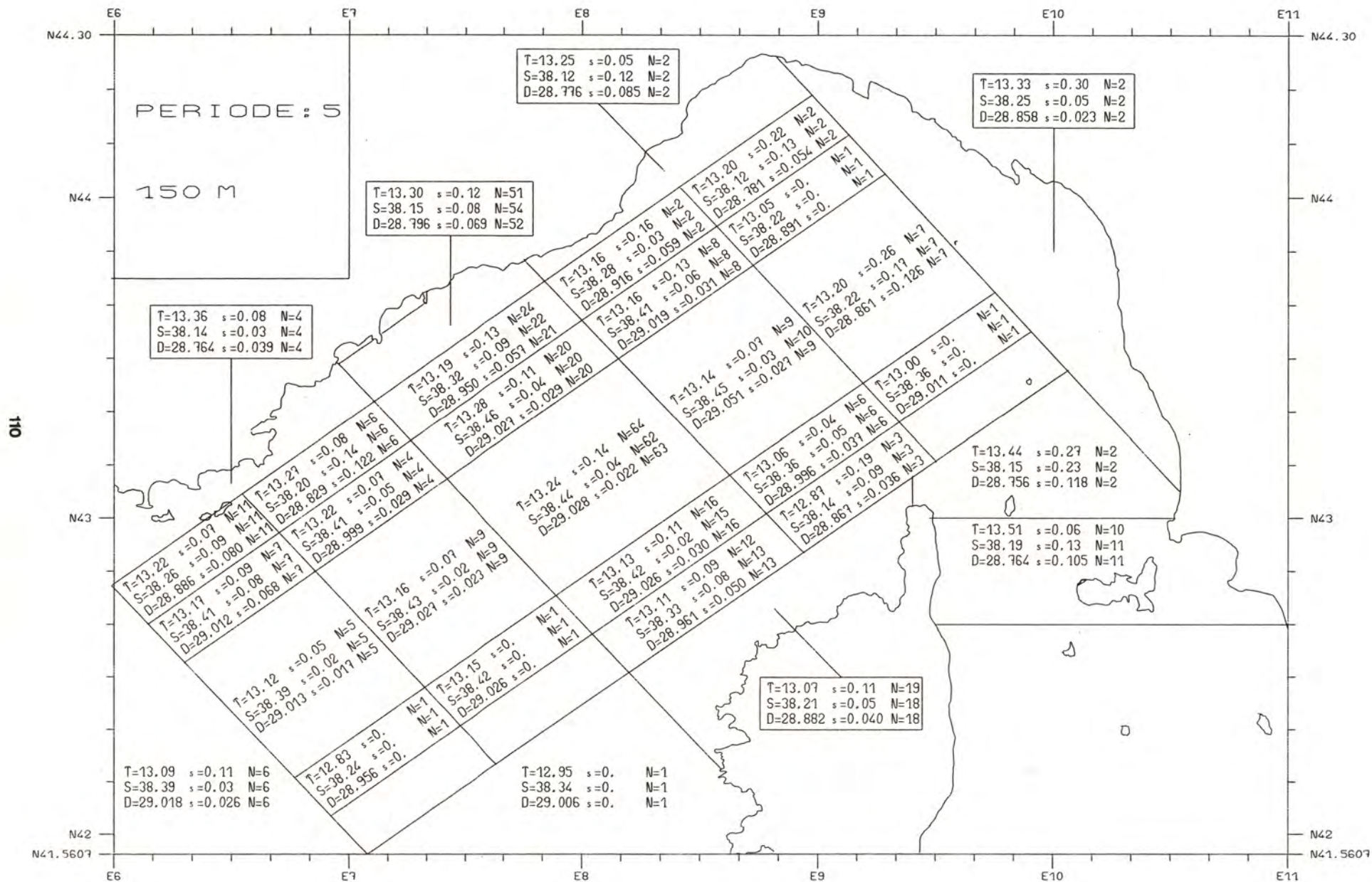


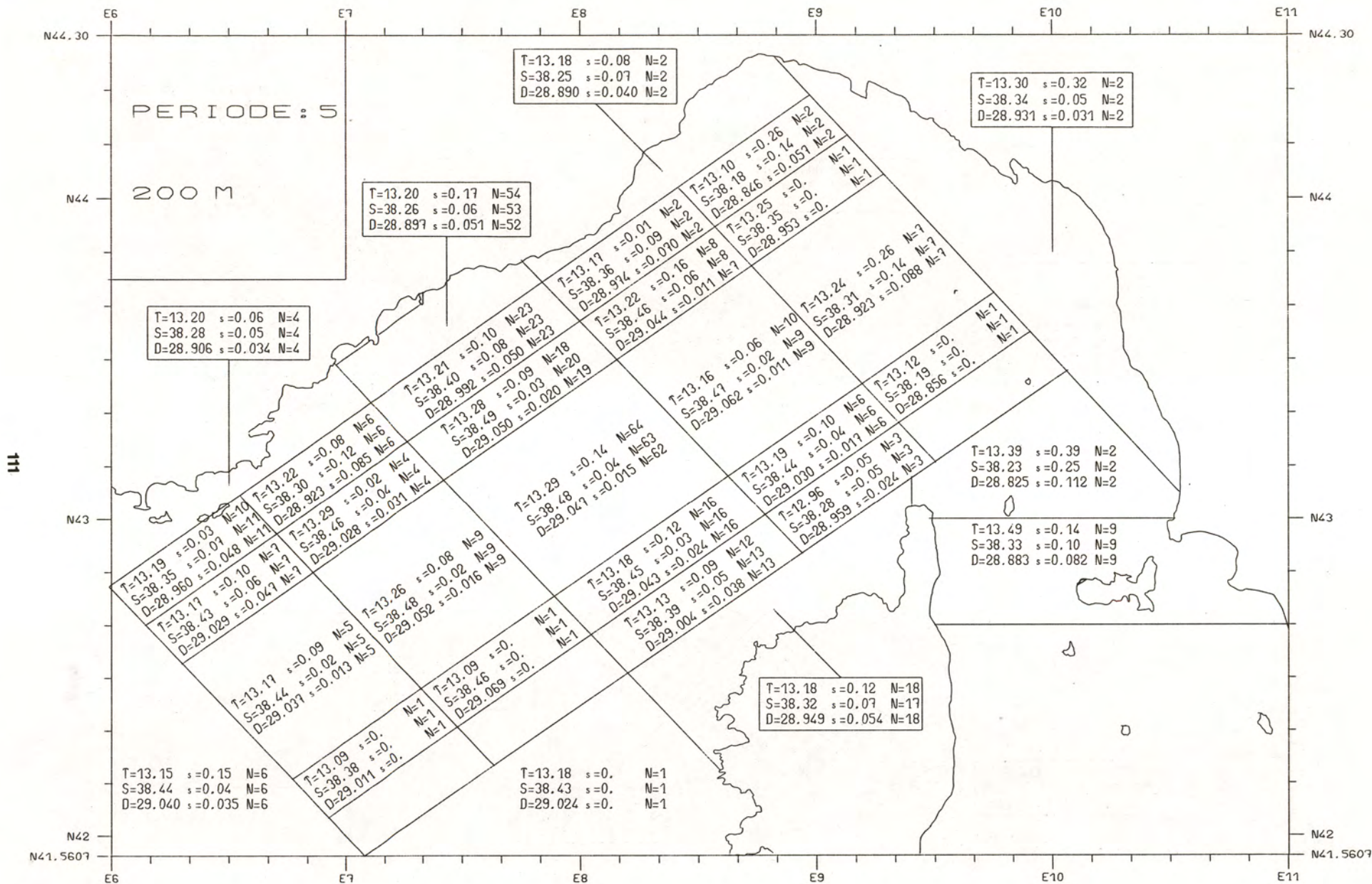




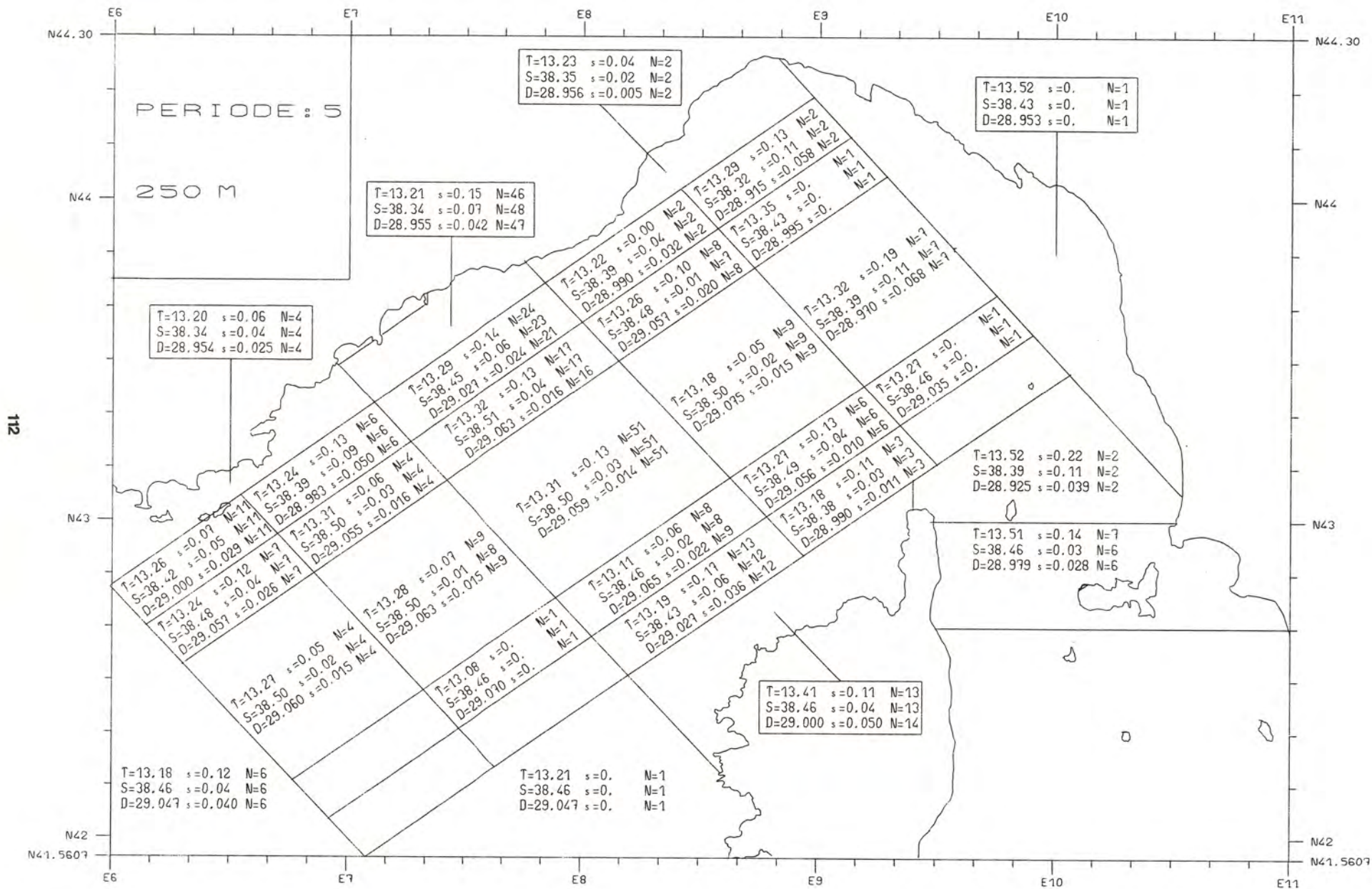


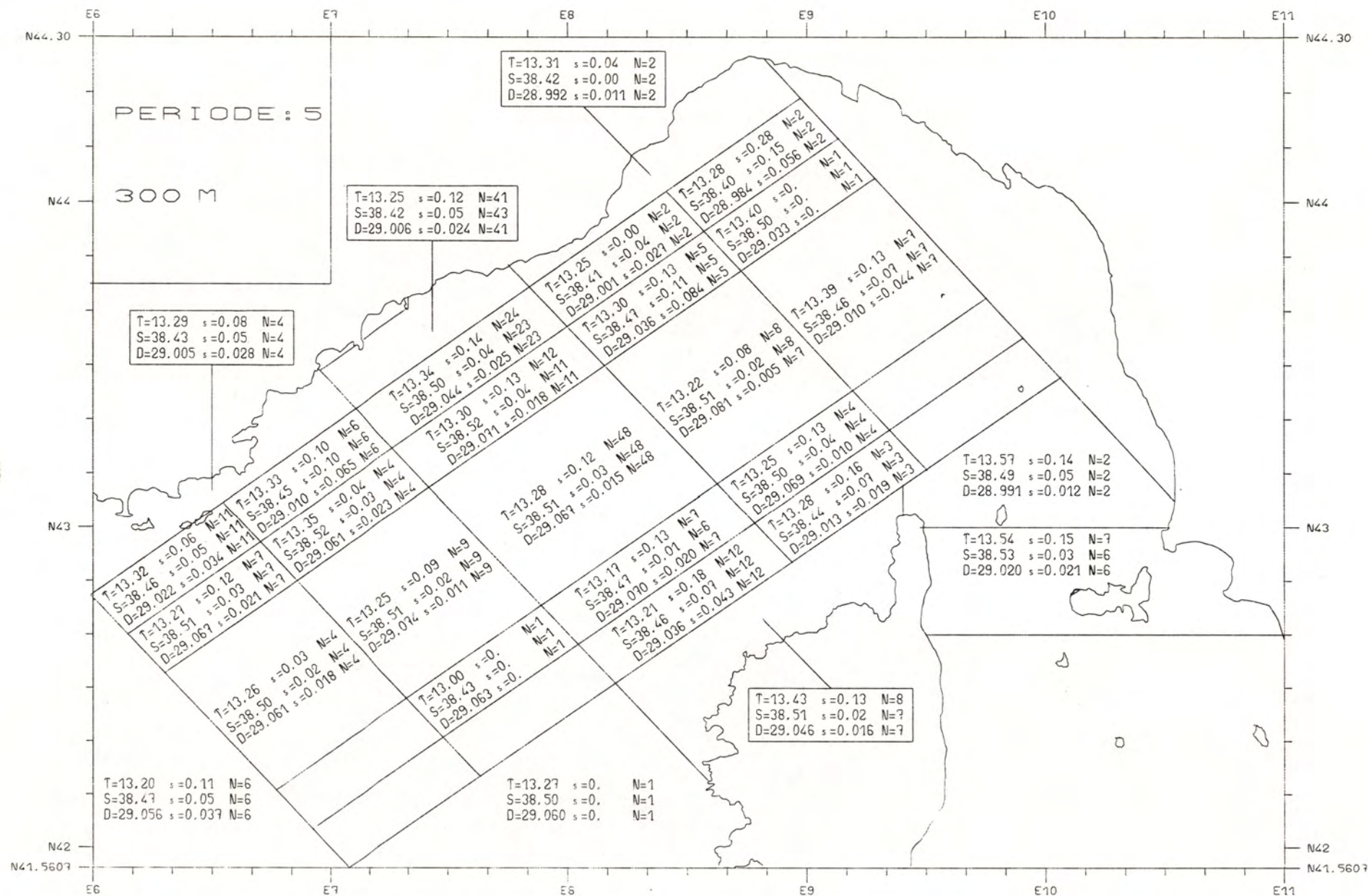




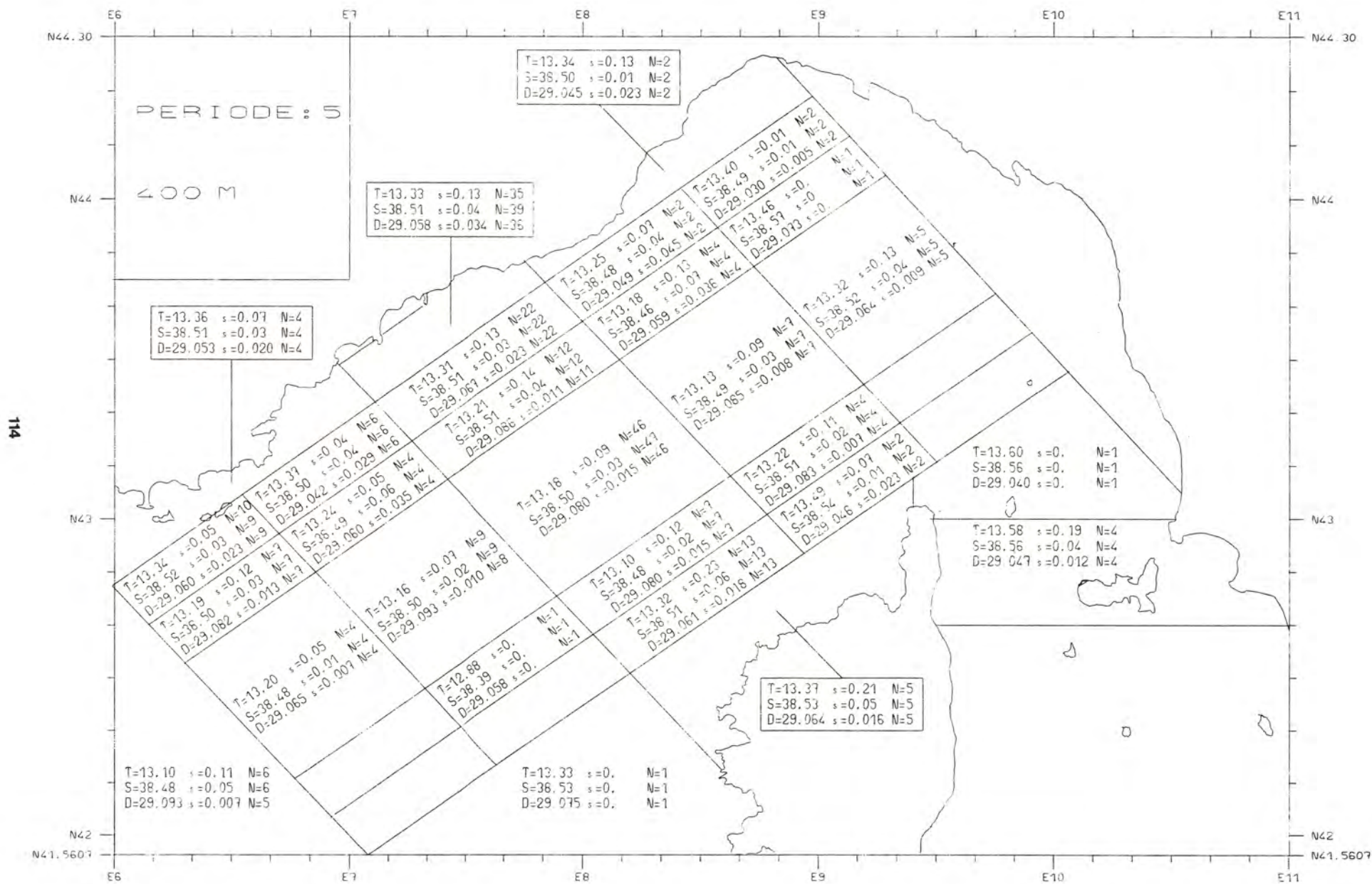


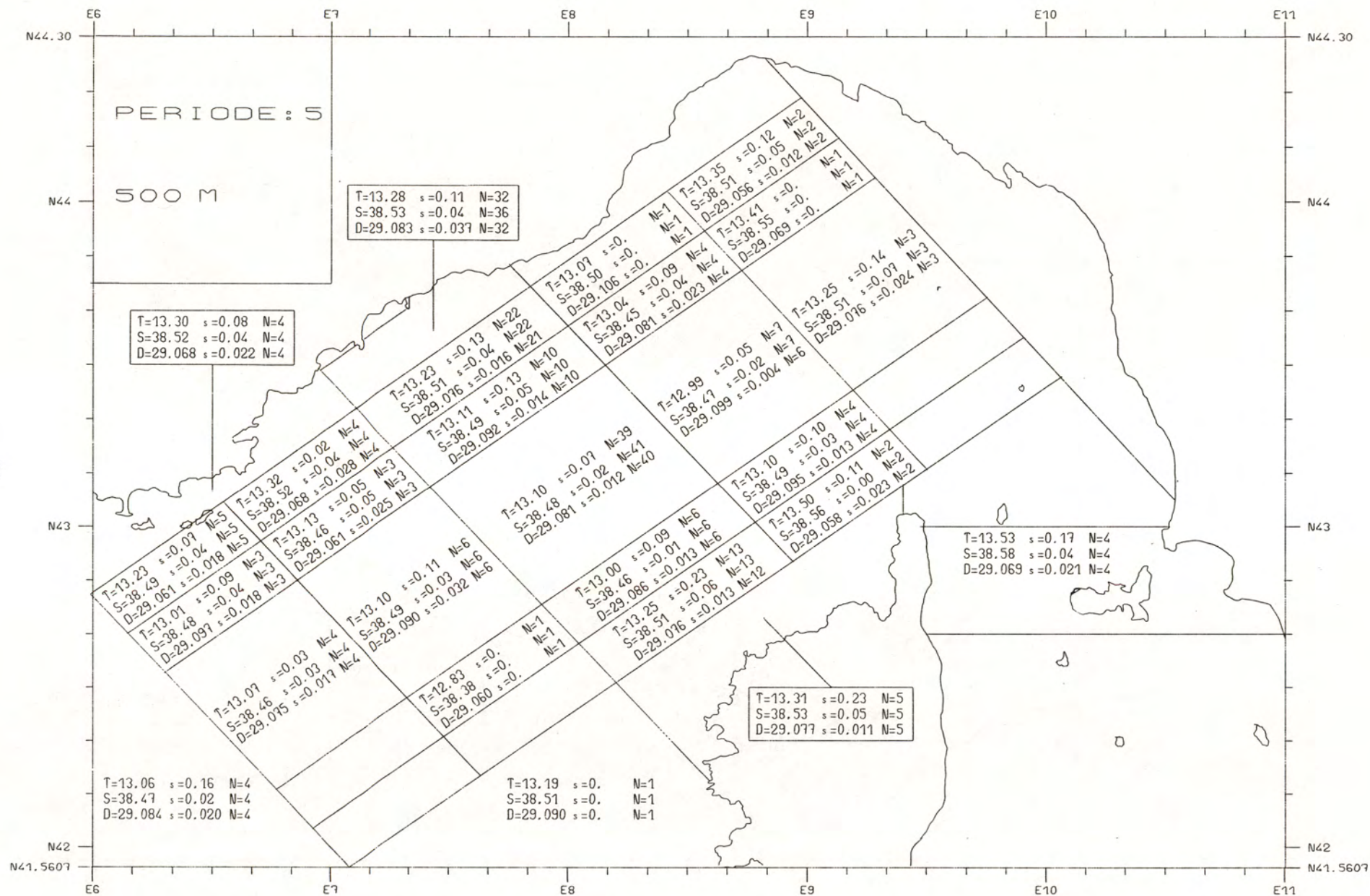




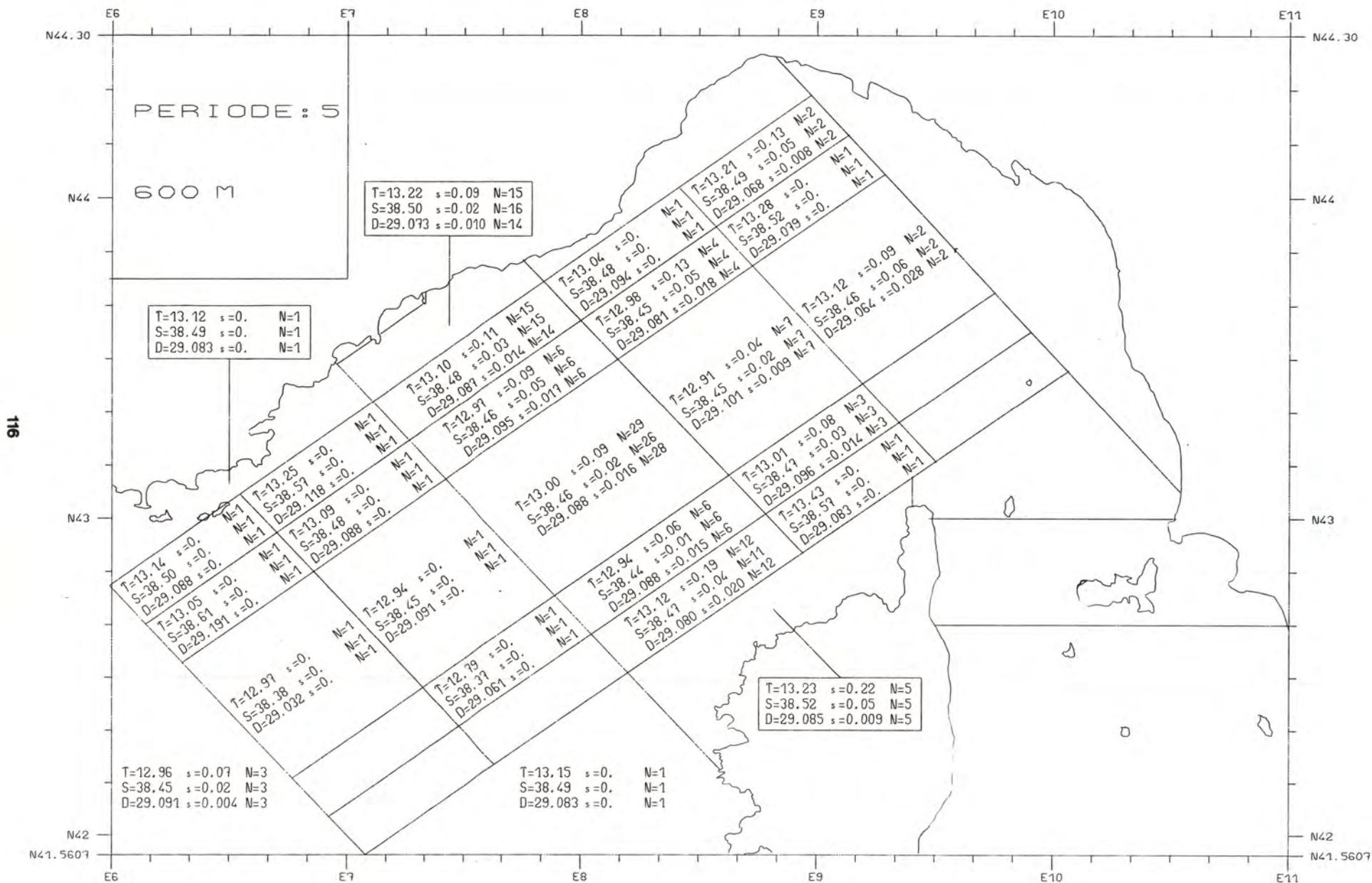


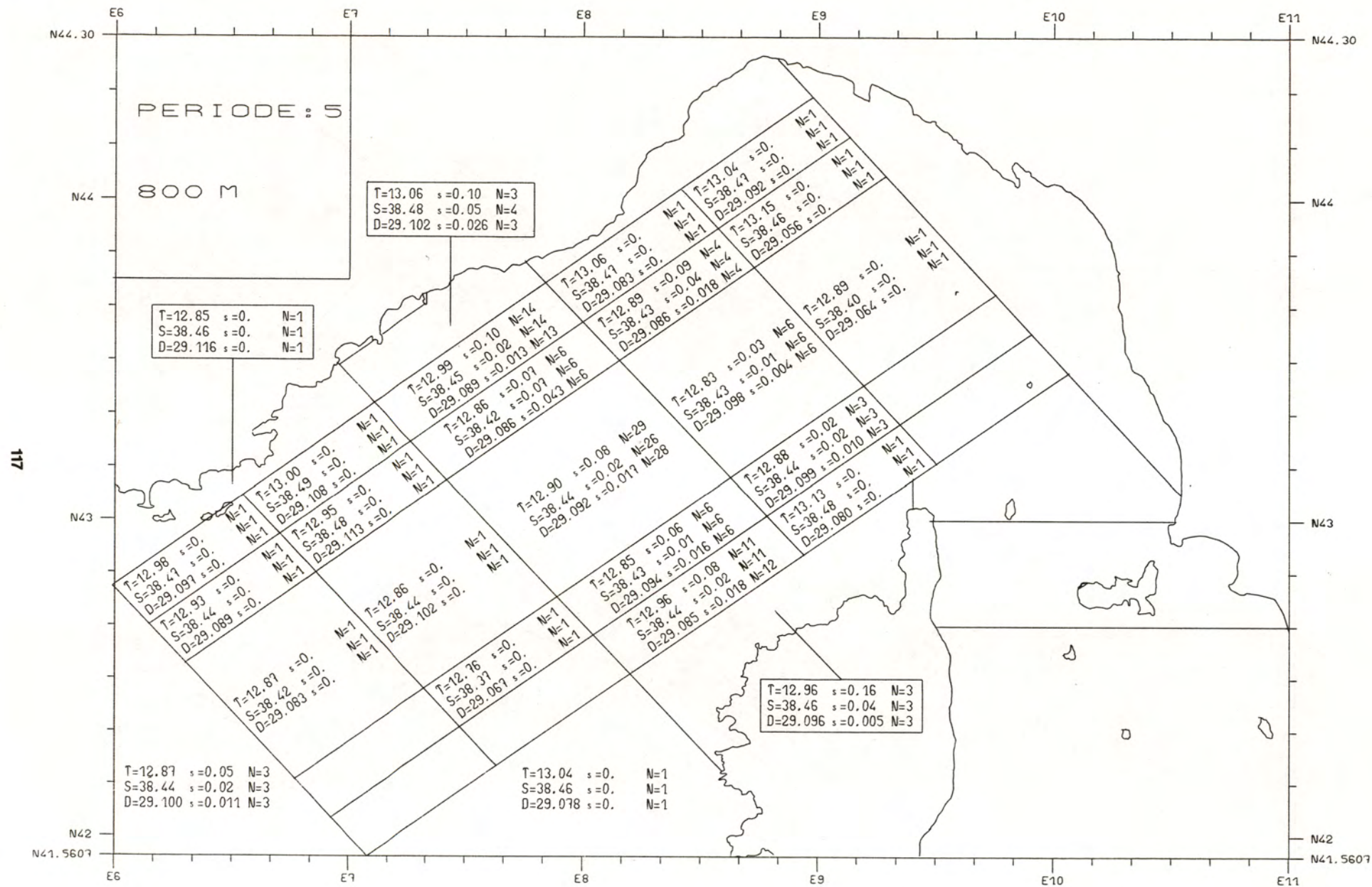




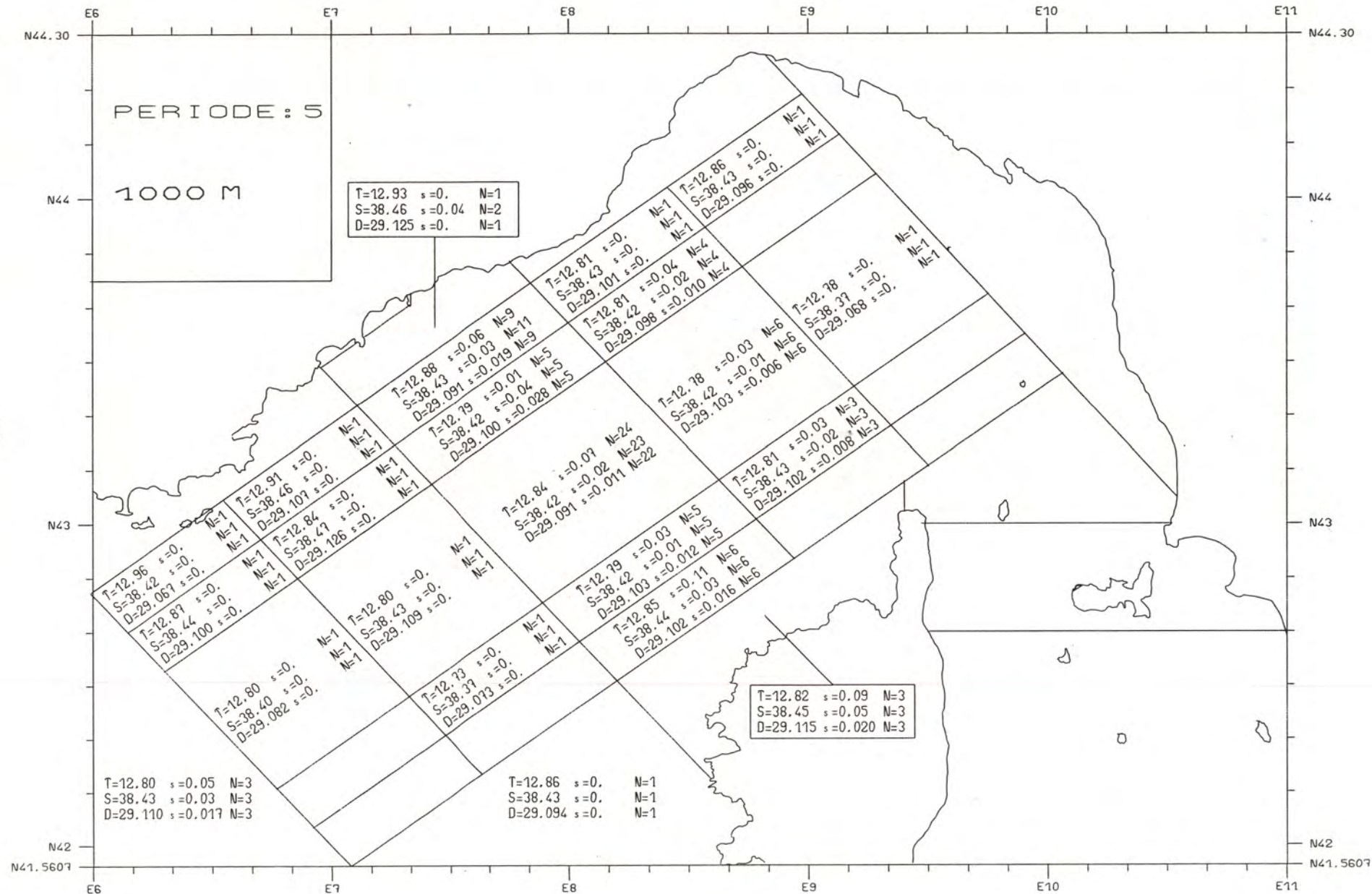












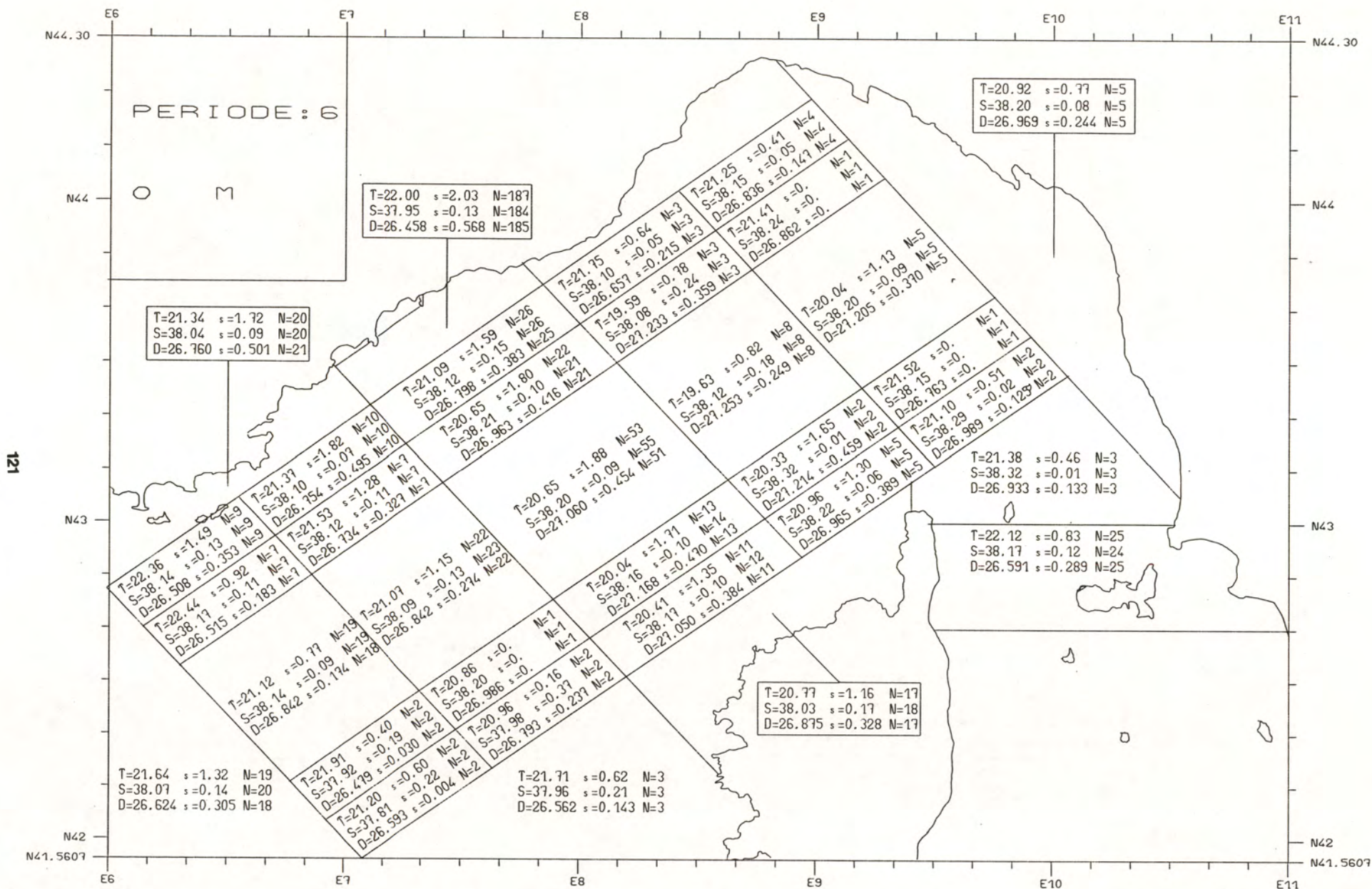


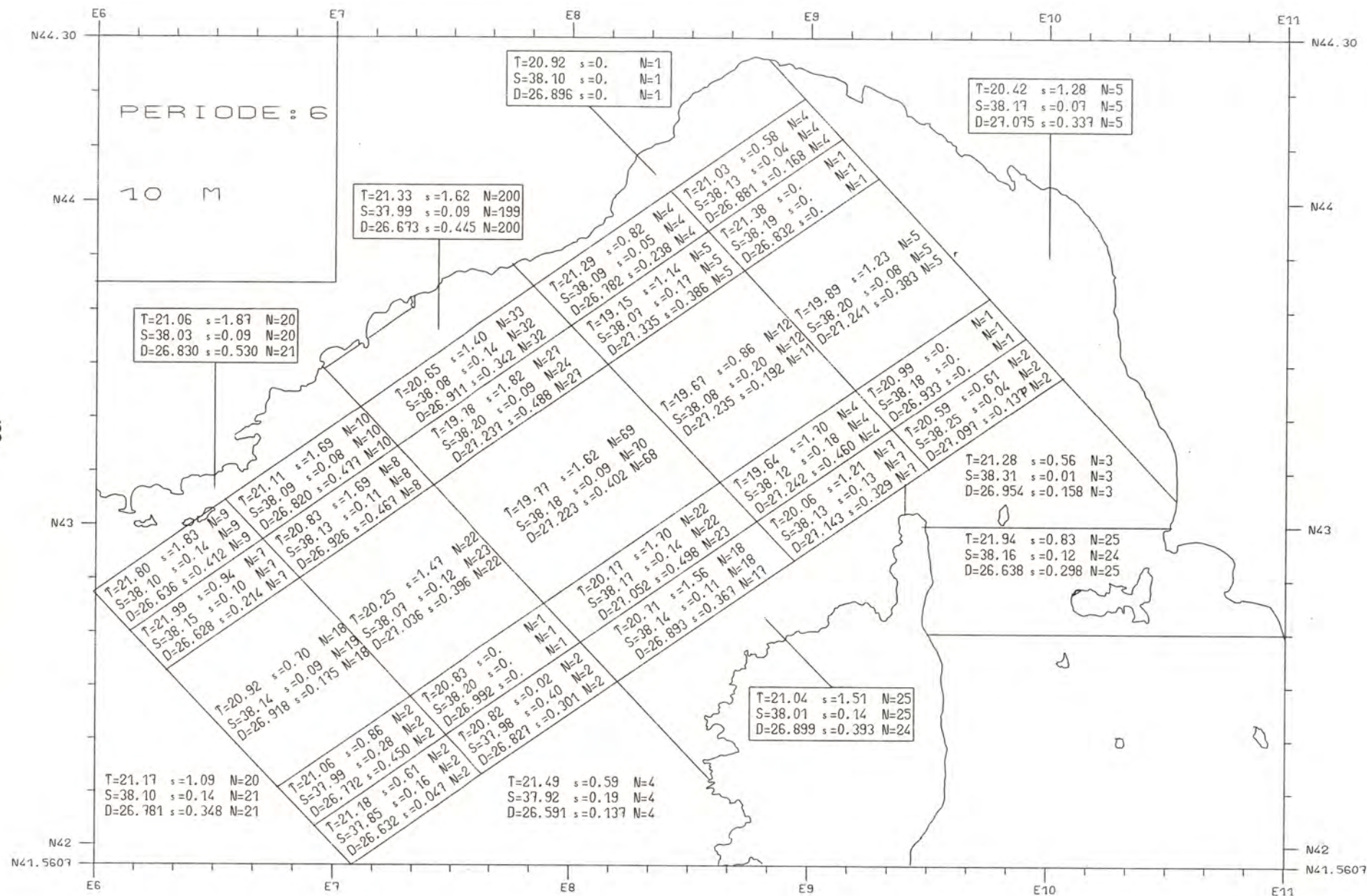
P E R I O D E    6

A O U T   -   S E P T E M B R E   -   O C T O B R E

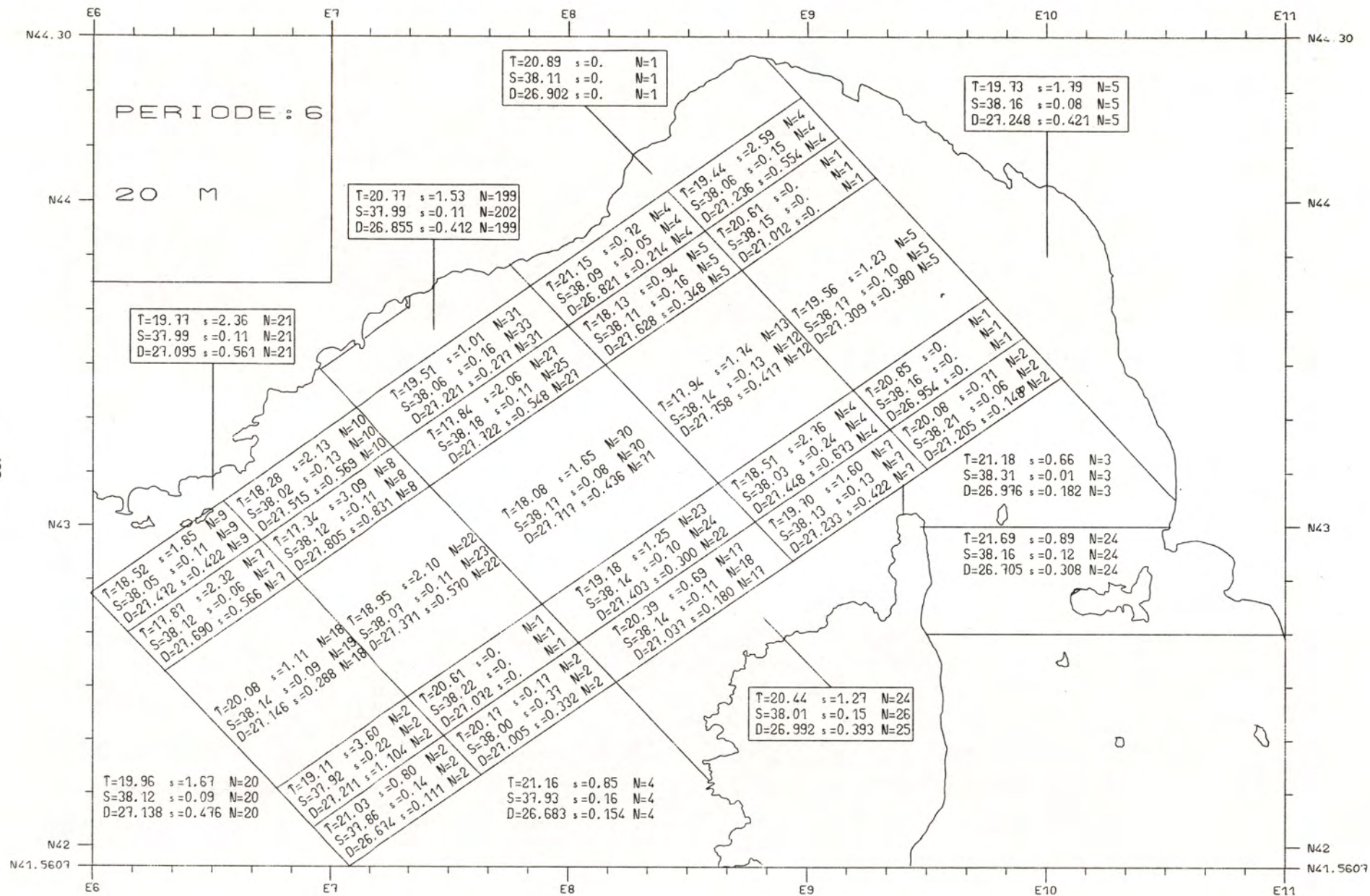
Migration de la thermocline en profondeur

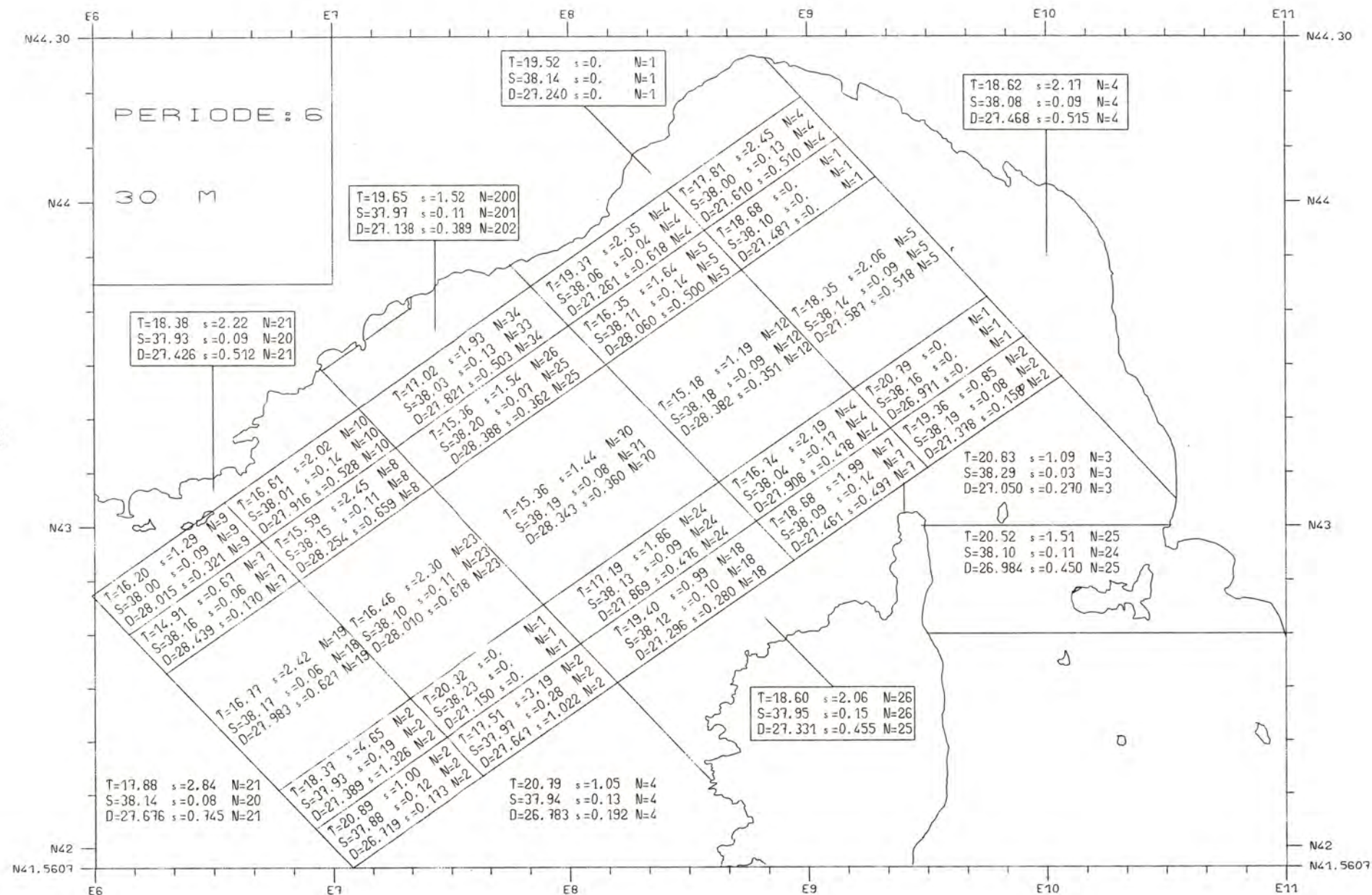




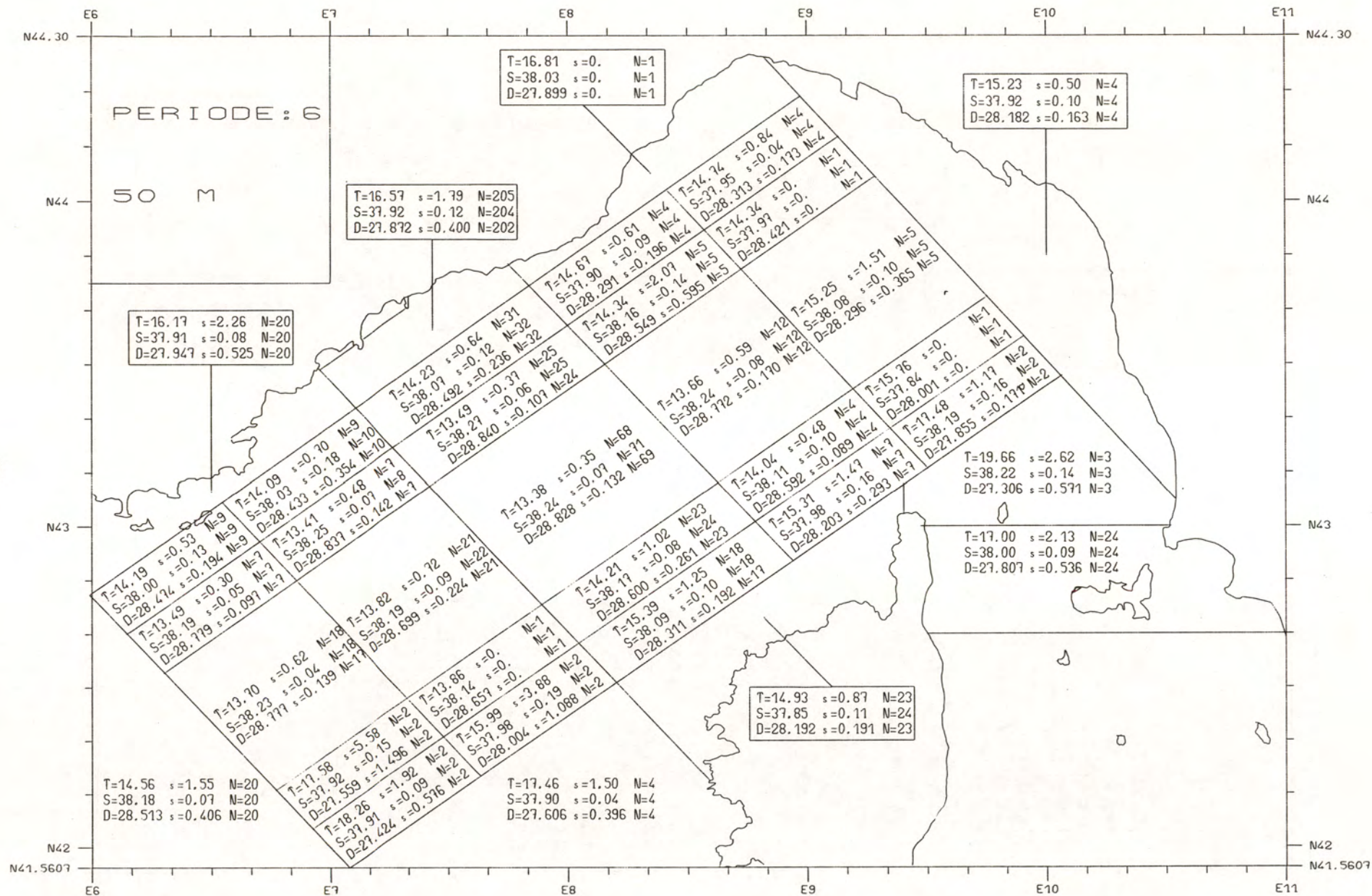




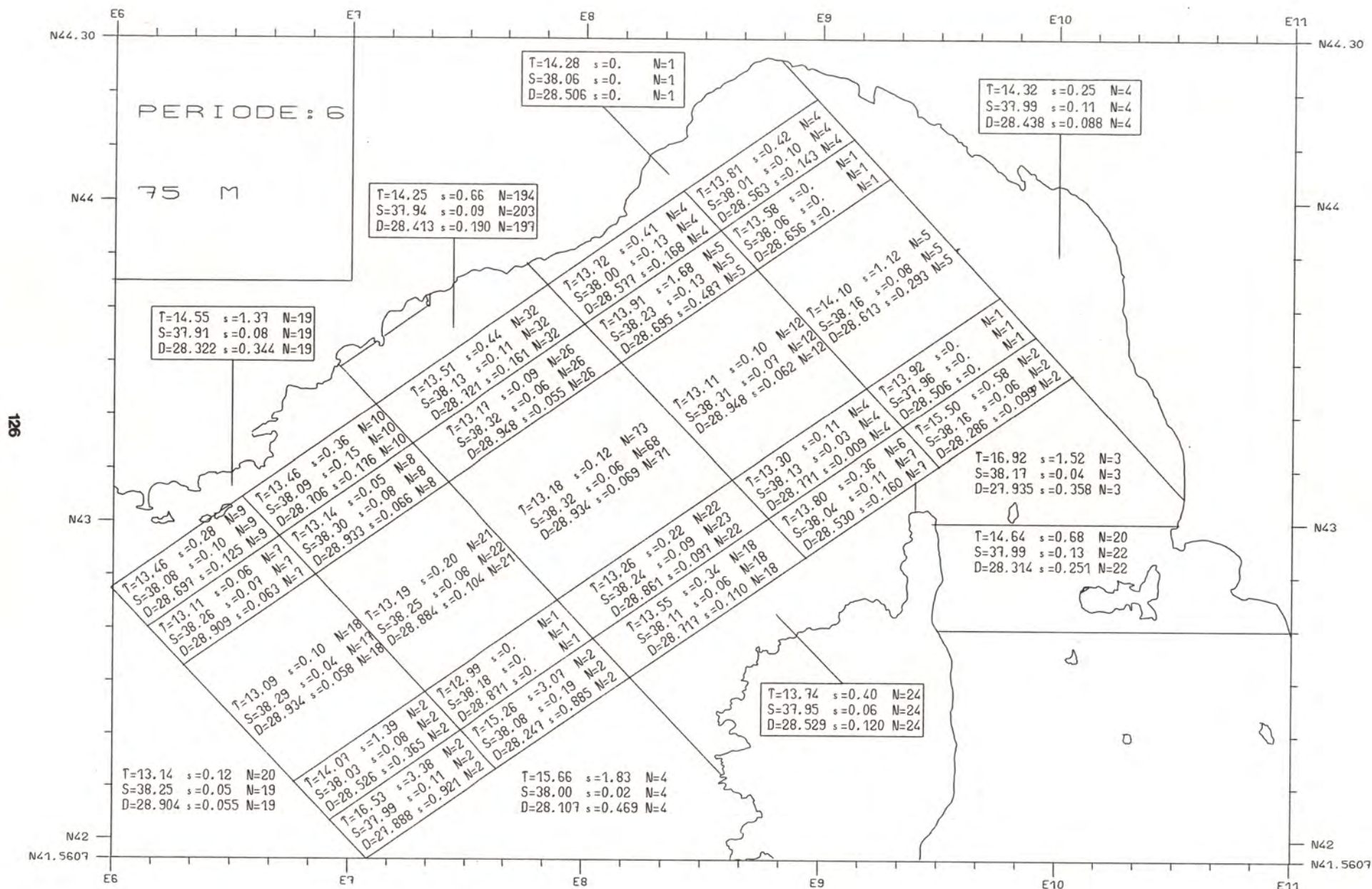




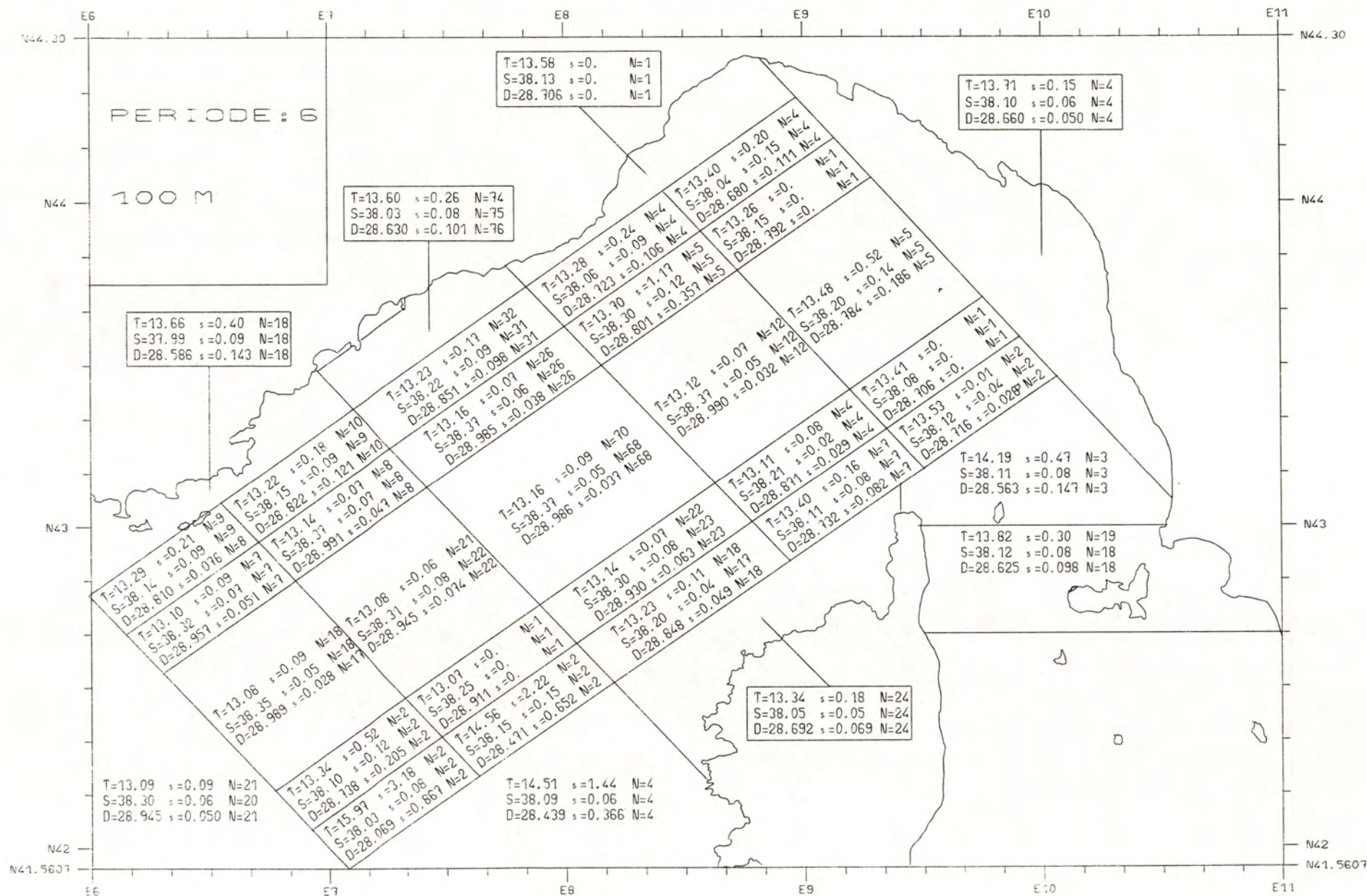


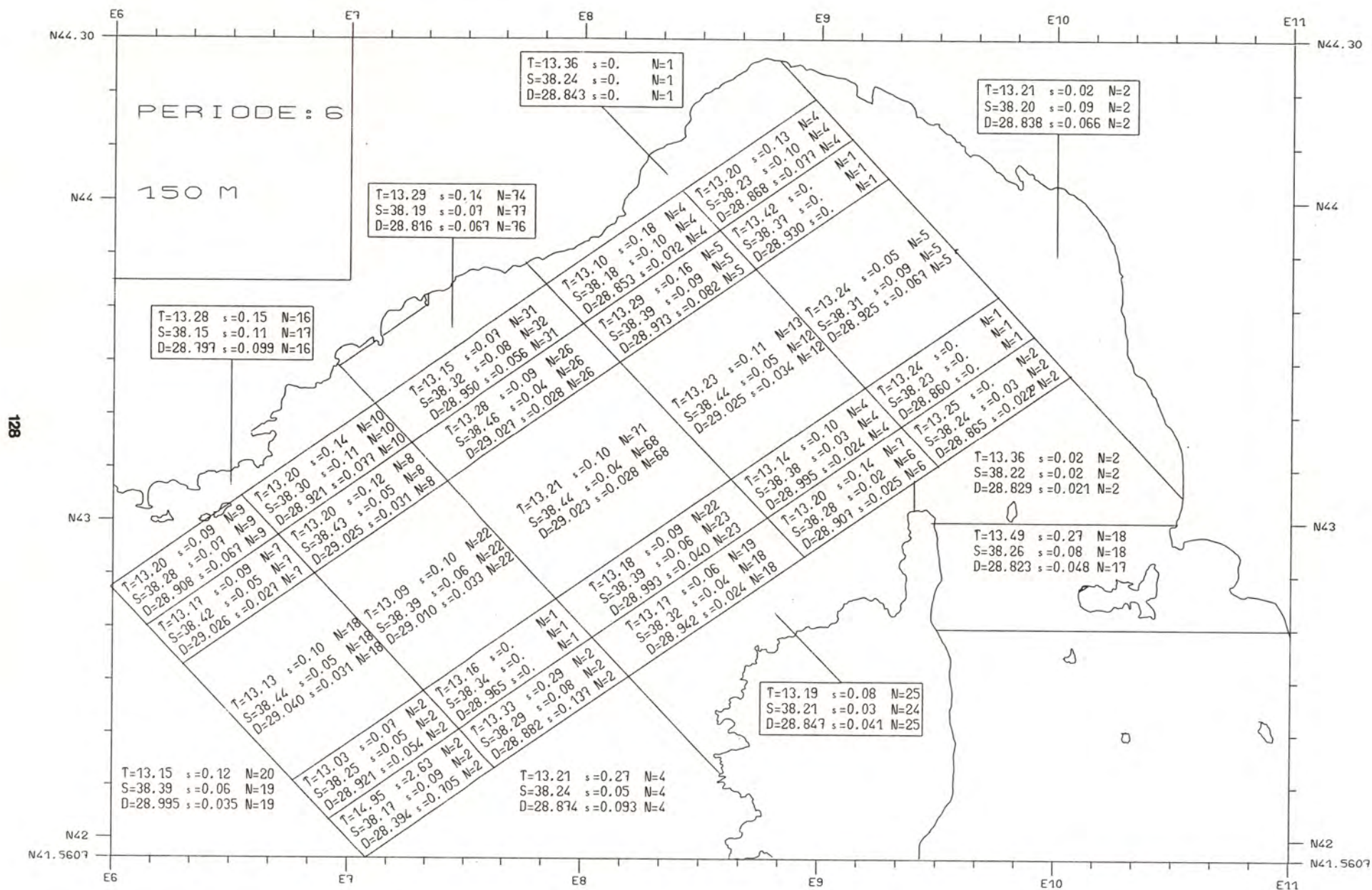




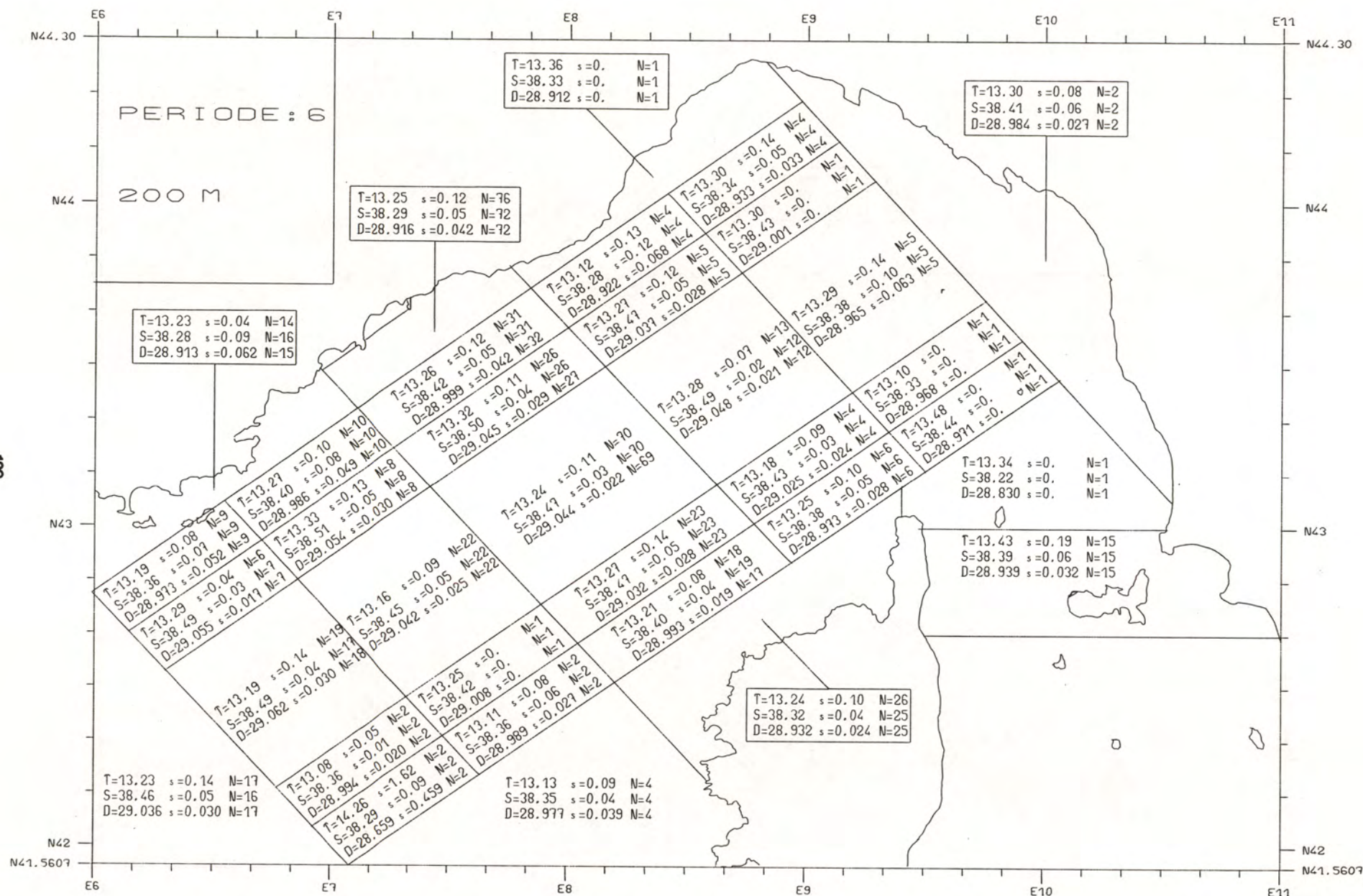


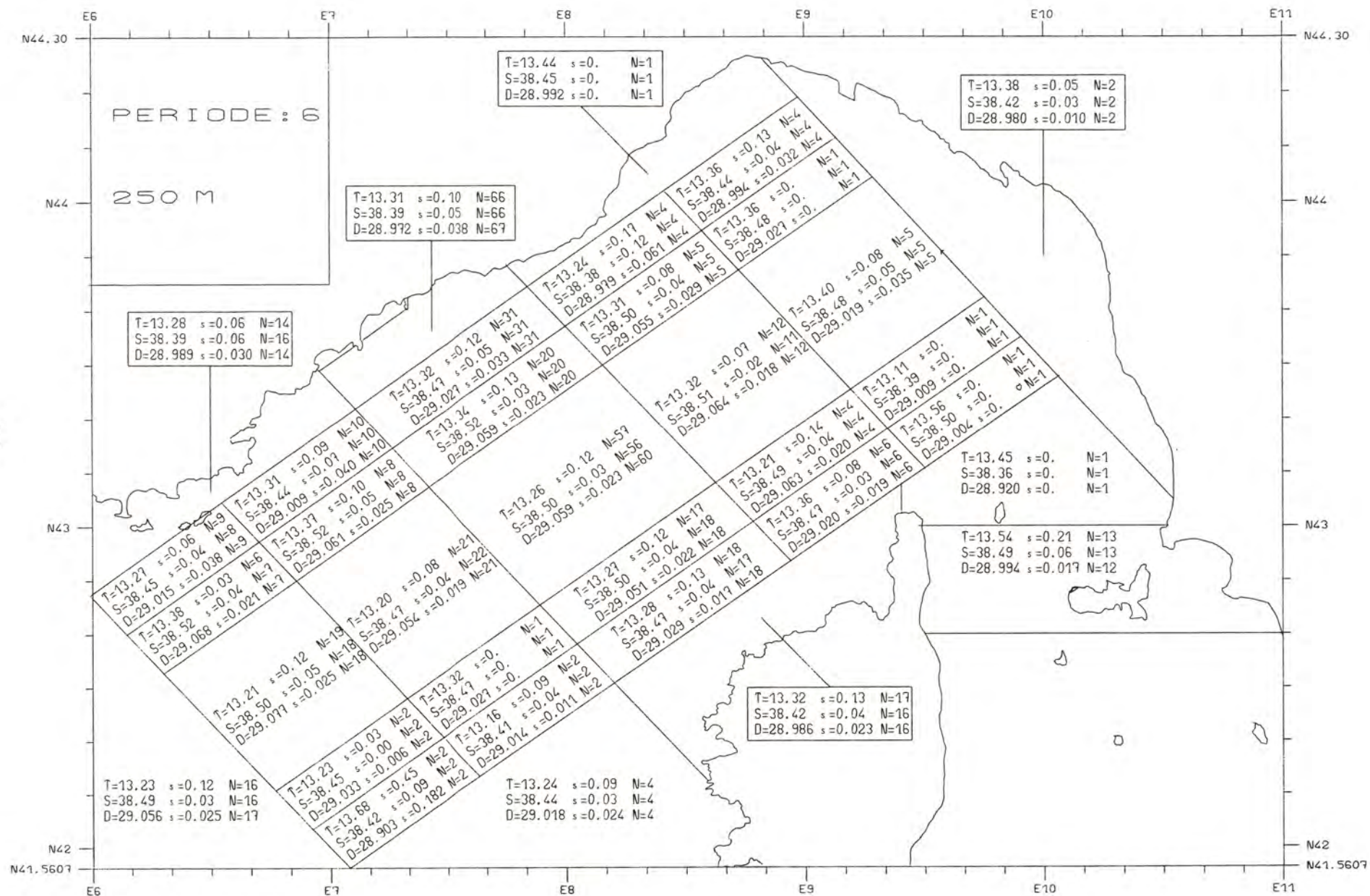




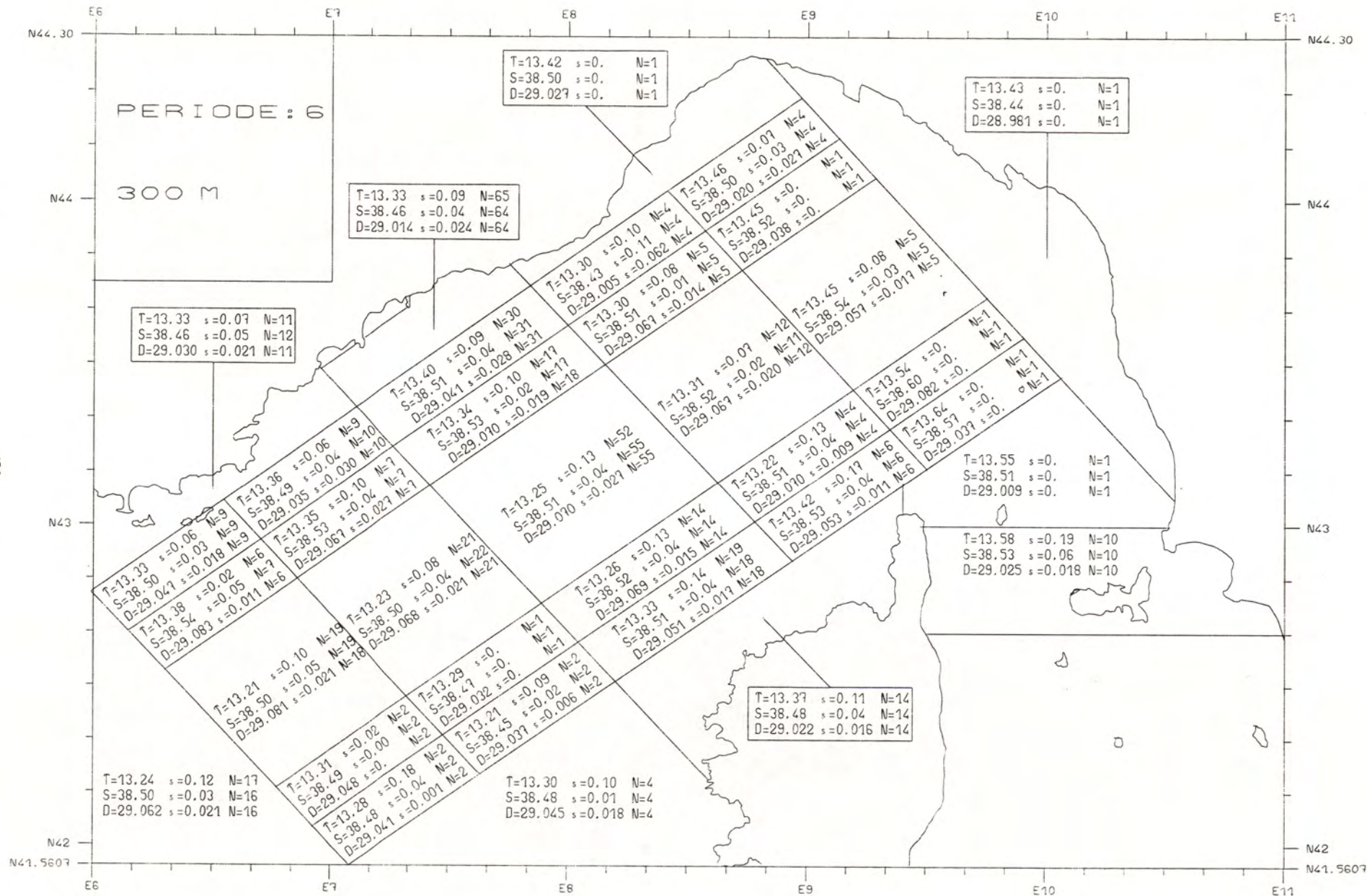


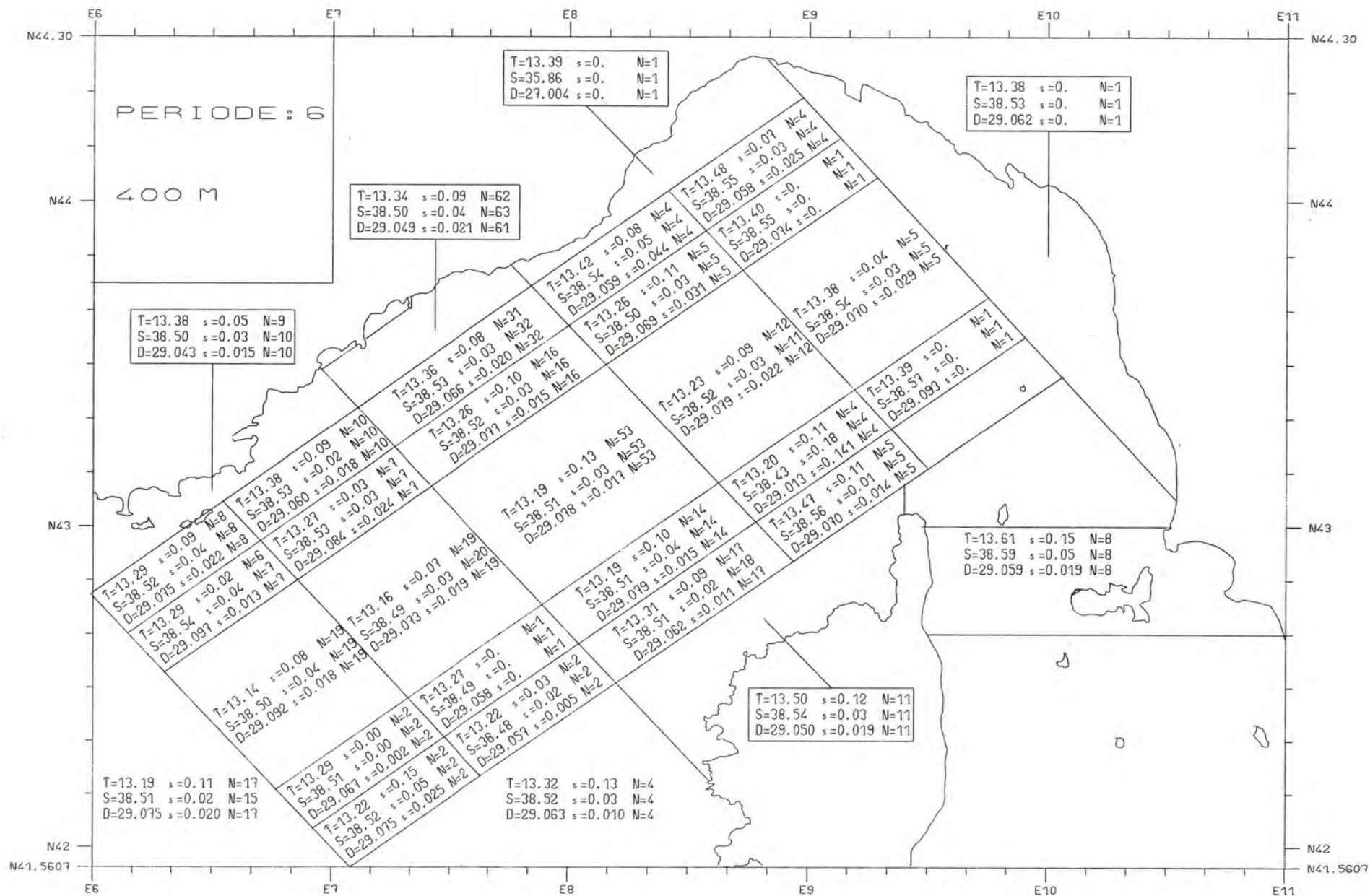




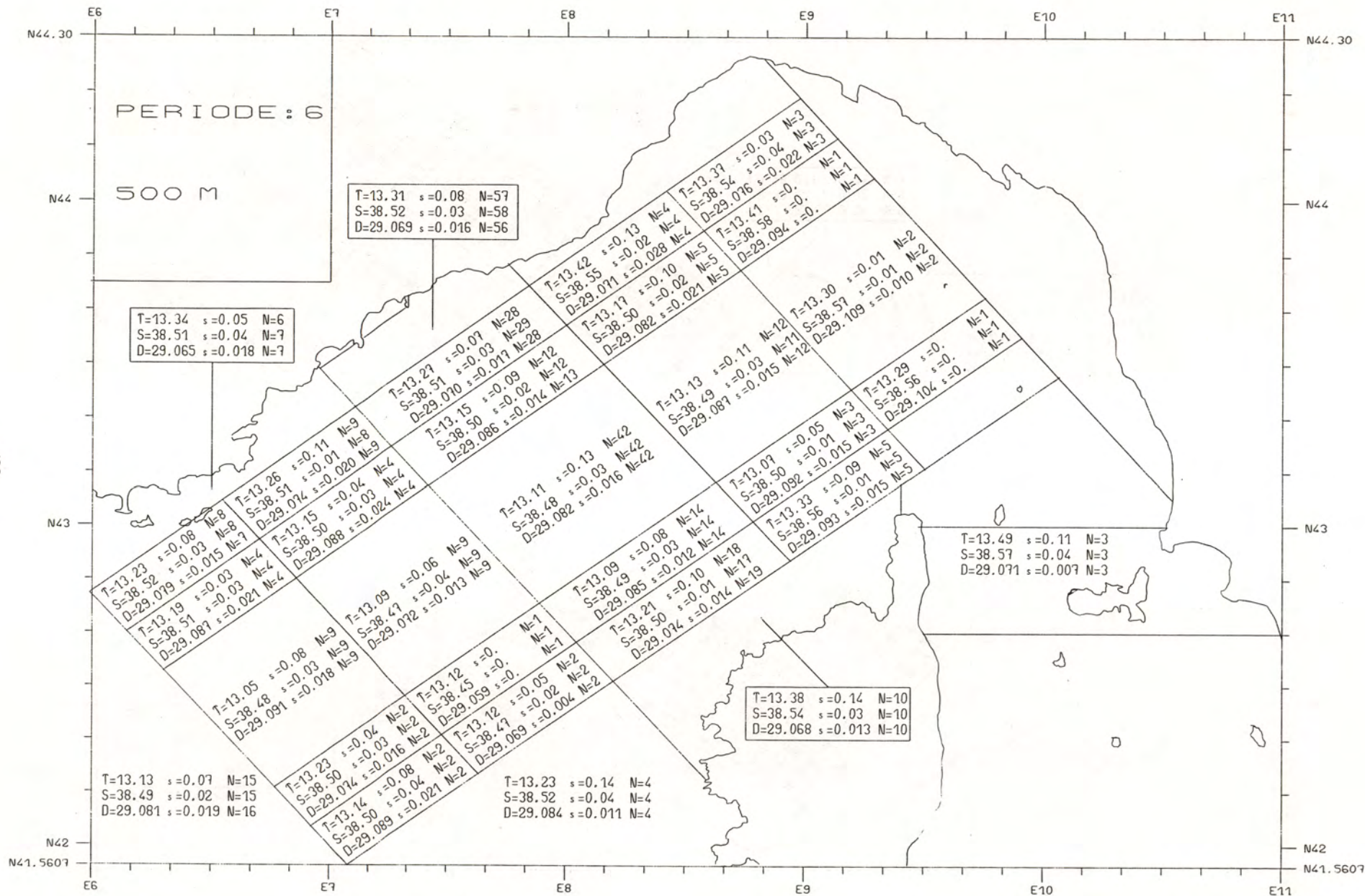


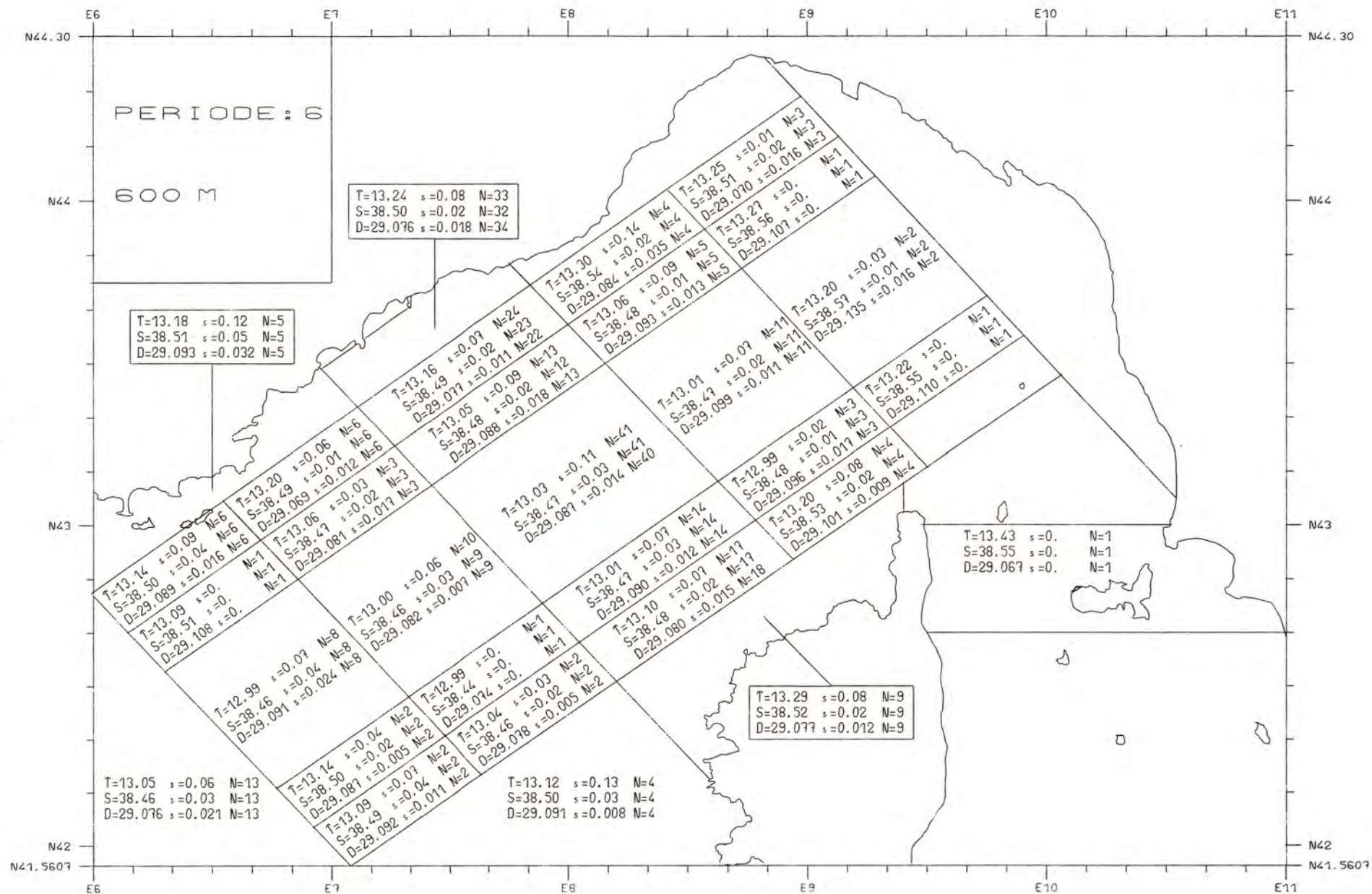




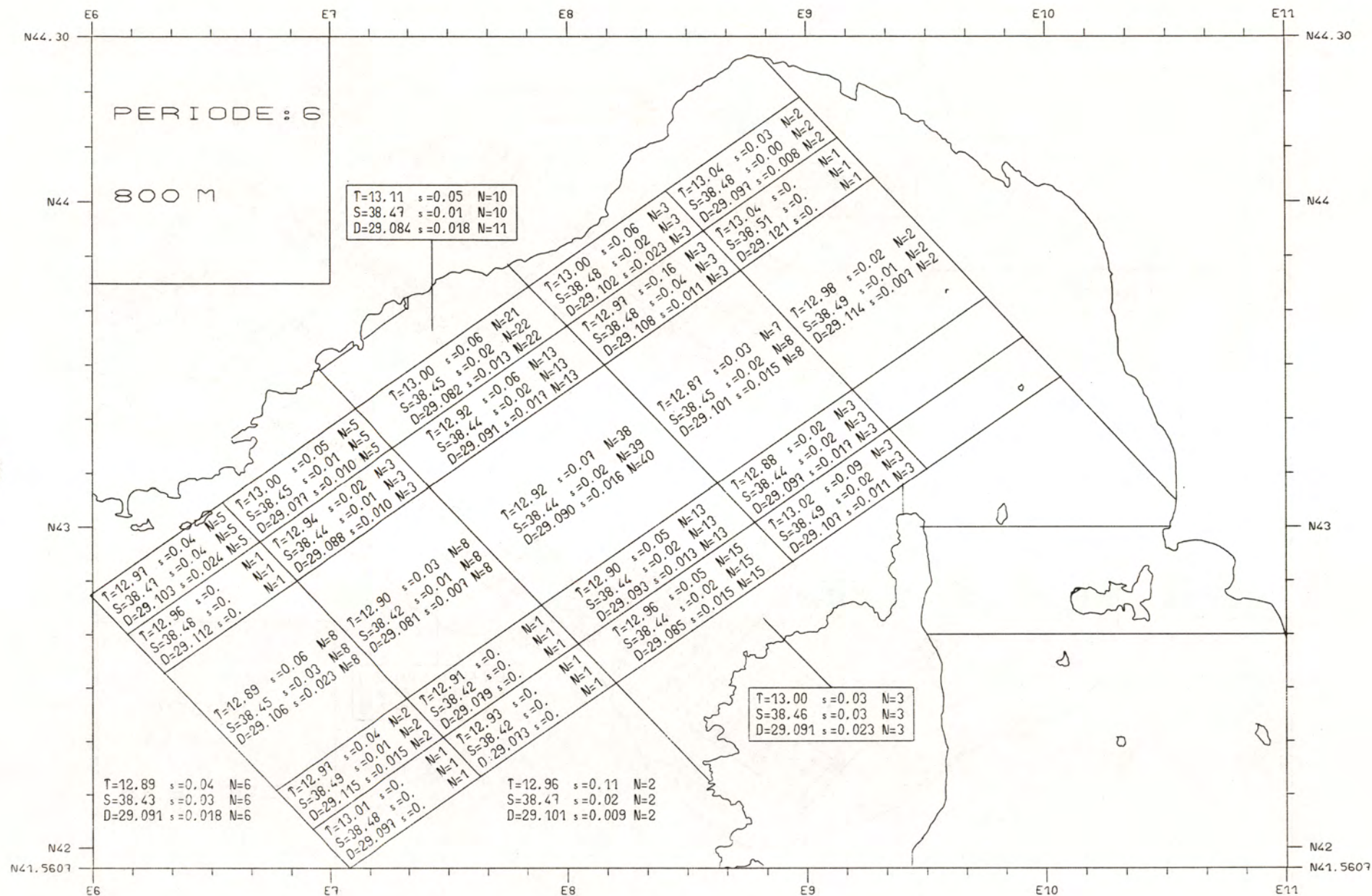












T=12.94	s=0.08	N=7
S=38.43	s=0.01	N=8
D=29.085	s=0.015	N=7

T=12.84 s=0.04 N=6  
S=38.42 s=0.02 N=6  
D=29.091 s=0.018 N=6

$T=12.88$	$s=0.00$	$N=2$
$S=38.48$	$s=0.02$	$N=2$
$D=29.126$	$s=0.011$	$N=2$
$T=12.88$	$s=0.$	
$S=38.46$	$s=0.$	
$D=29.110$	$s=0.$	

T=12.88 s=0.10 N=2  
S=38.44 s=0.03 N=2  
D=29.102 s=0.003 N=2

$$\begin{array}{r} 0. \\ s=0. \\ \hline 0.41 \quad s=0. \\ 0.081 \quad s=0. \\ \hline \end{array}$$

$N=1$   
 $N=1$   
 $N=1$

$$\begin{aligned} T &= 12.81 \\ S &= 38.42 \end{aligned}$$

0.93	$s=0.03$	$N=1$
0.95	$s=0.02$	$N=1$
0.97	$s=0.013$	$N=1$
0.98	$s=0.008$	$N=1$
0.99	$s=0.005$	$N=1$

$T=12.8^\circ$   
 $S=38^\circ$   
 $D=2^\circ$

1  $s=0.02$   
43  $s=0.02$   
9.103  $s=0.0$

$N=3$

12.8

29.111  $s=0$ .

$N=1$   
 $N=1$   
 $N=1$



1

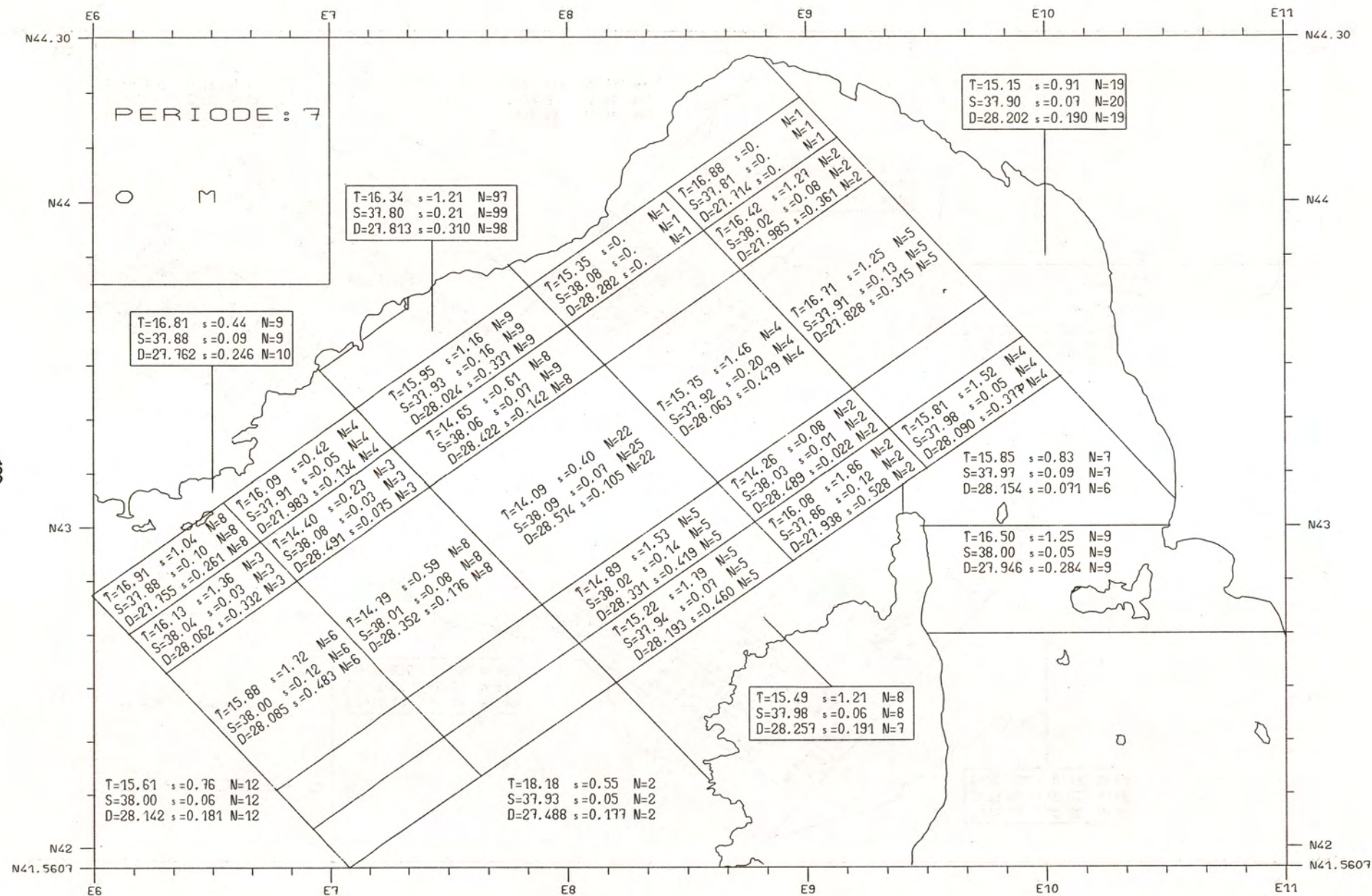


P E R I O D E    7

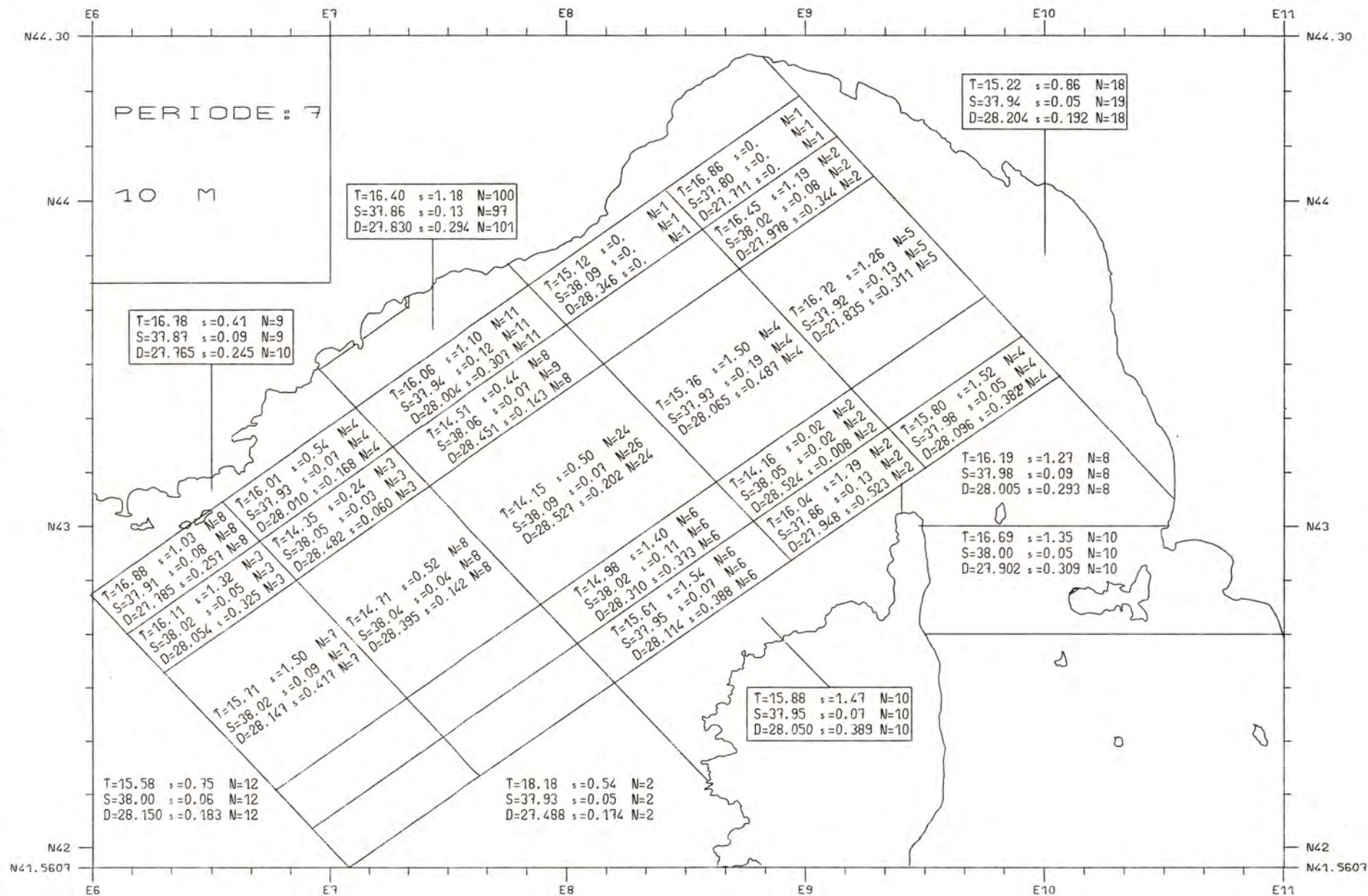
NOVEMBRE - DECEMBRE

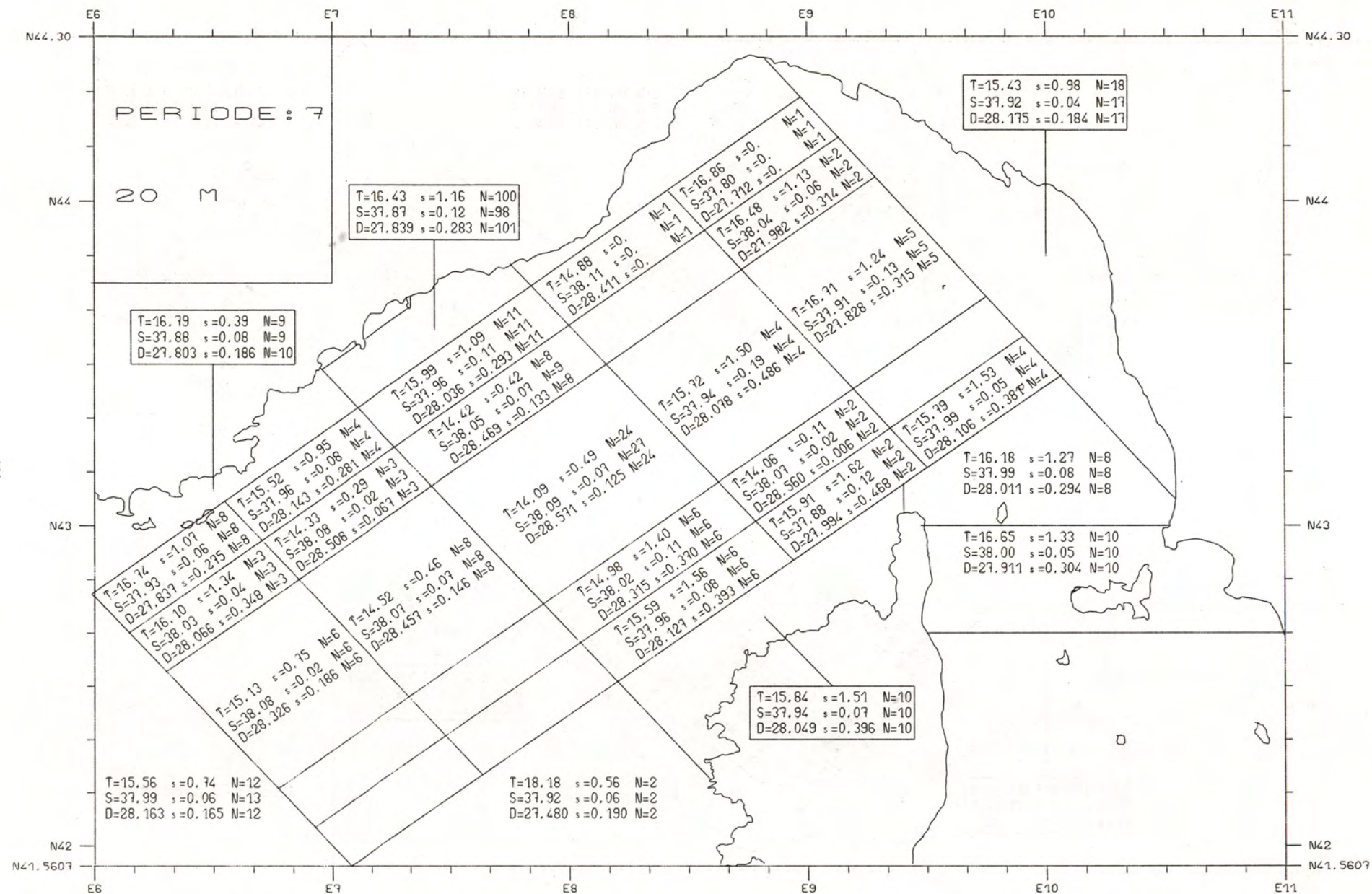
Refroidissement de la couche superficielle



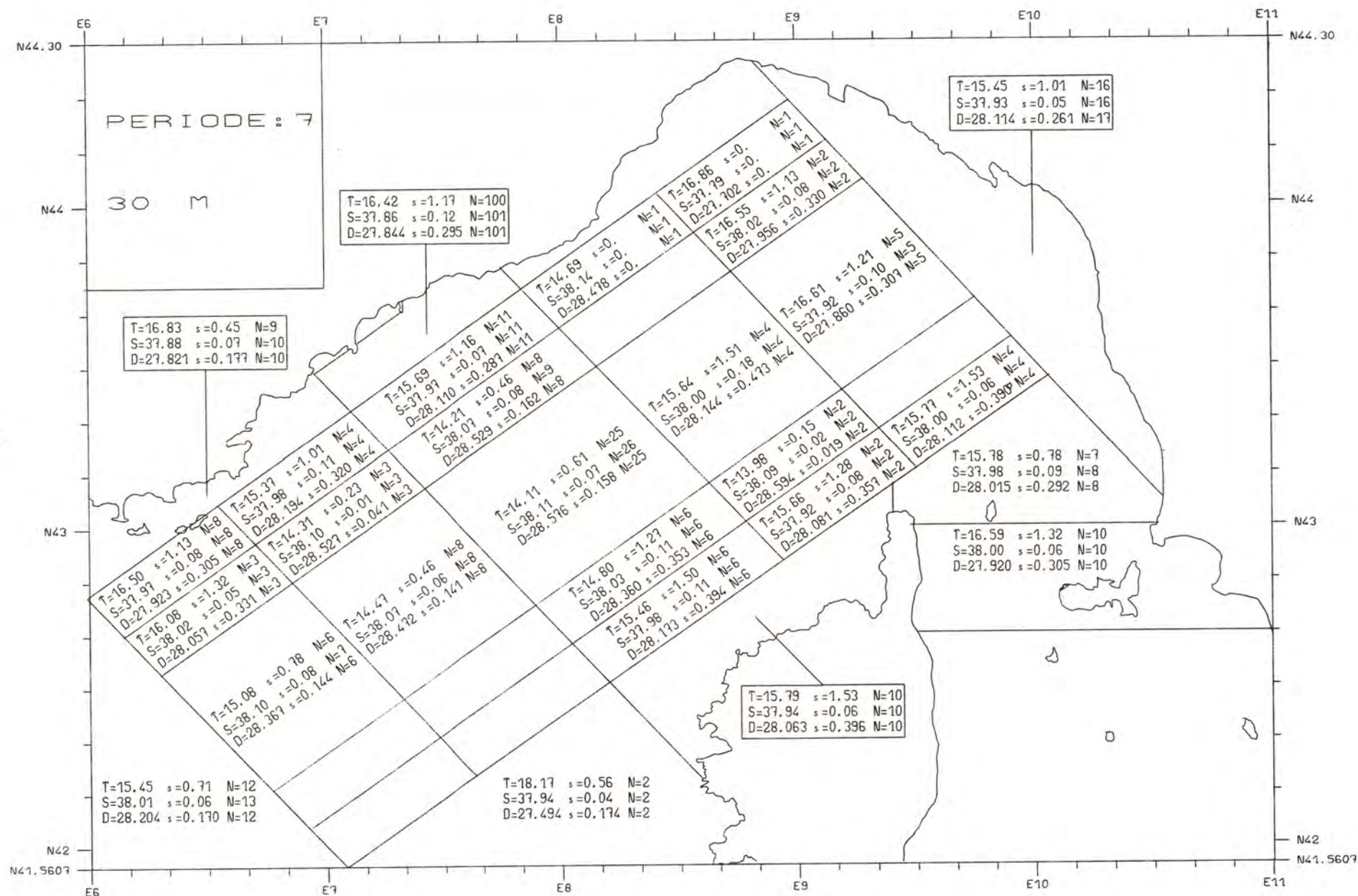


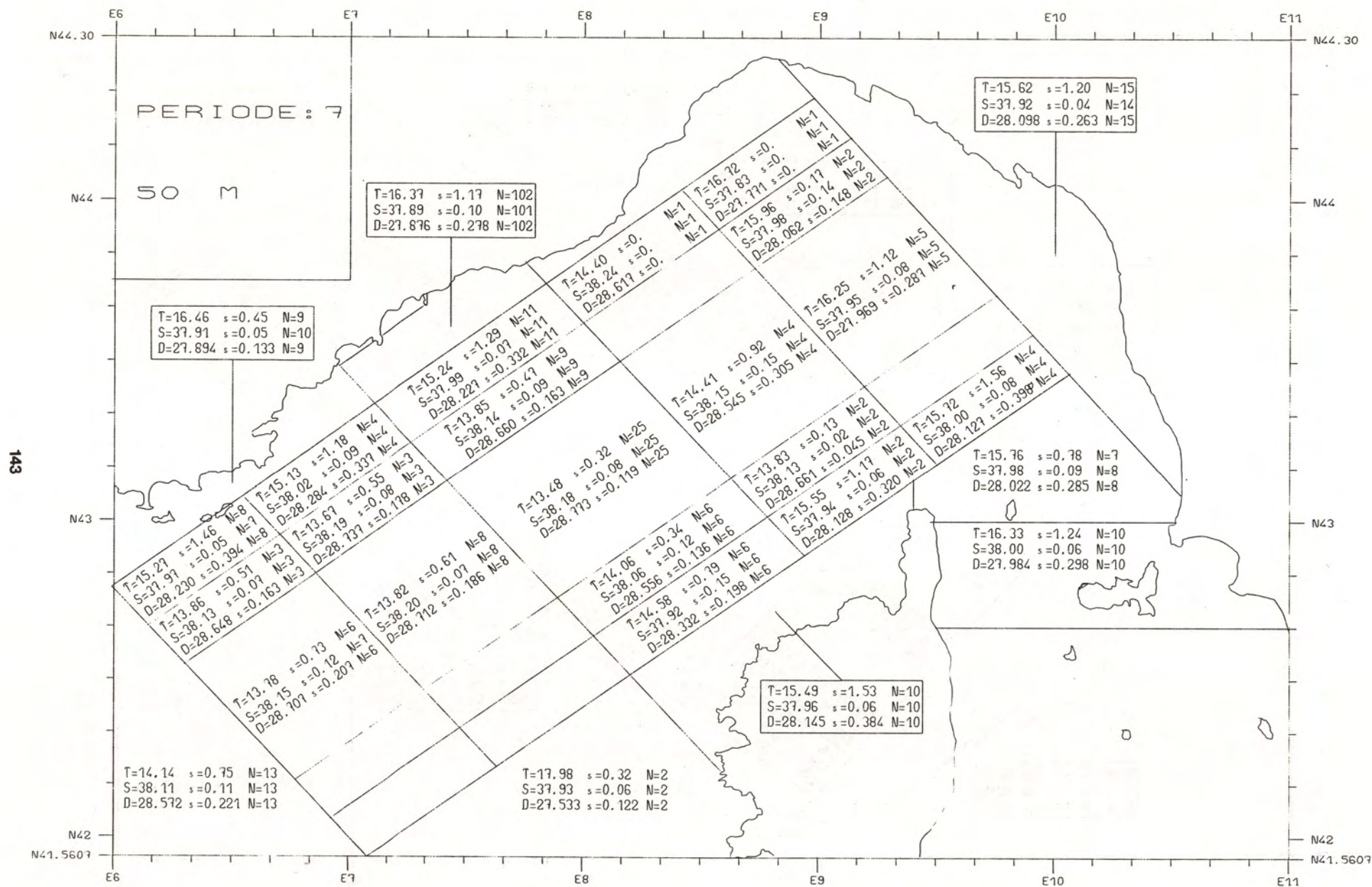




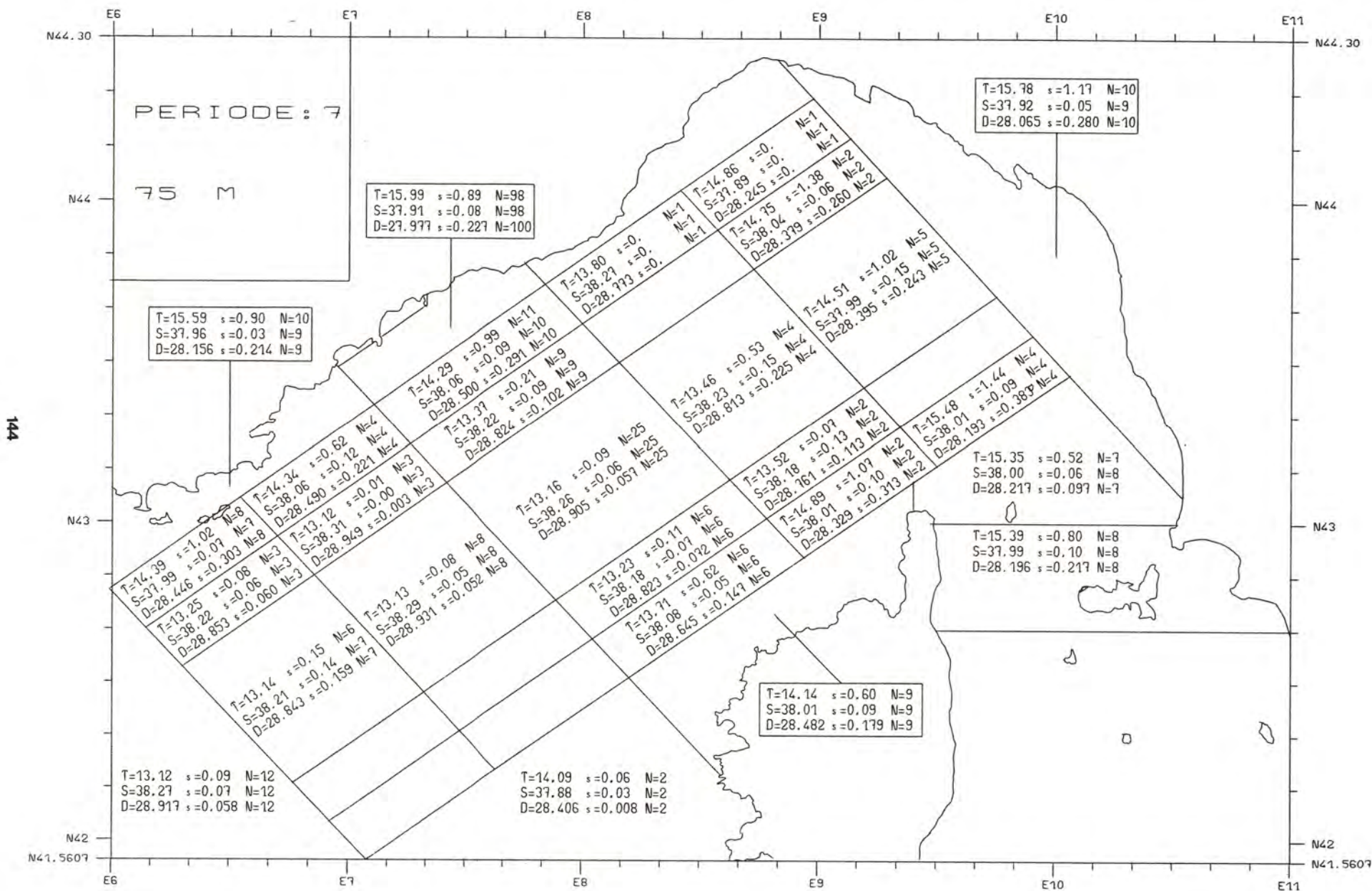


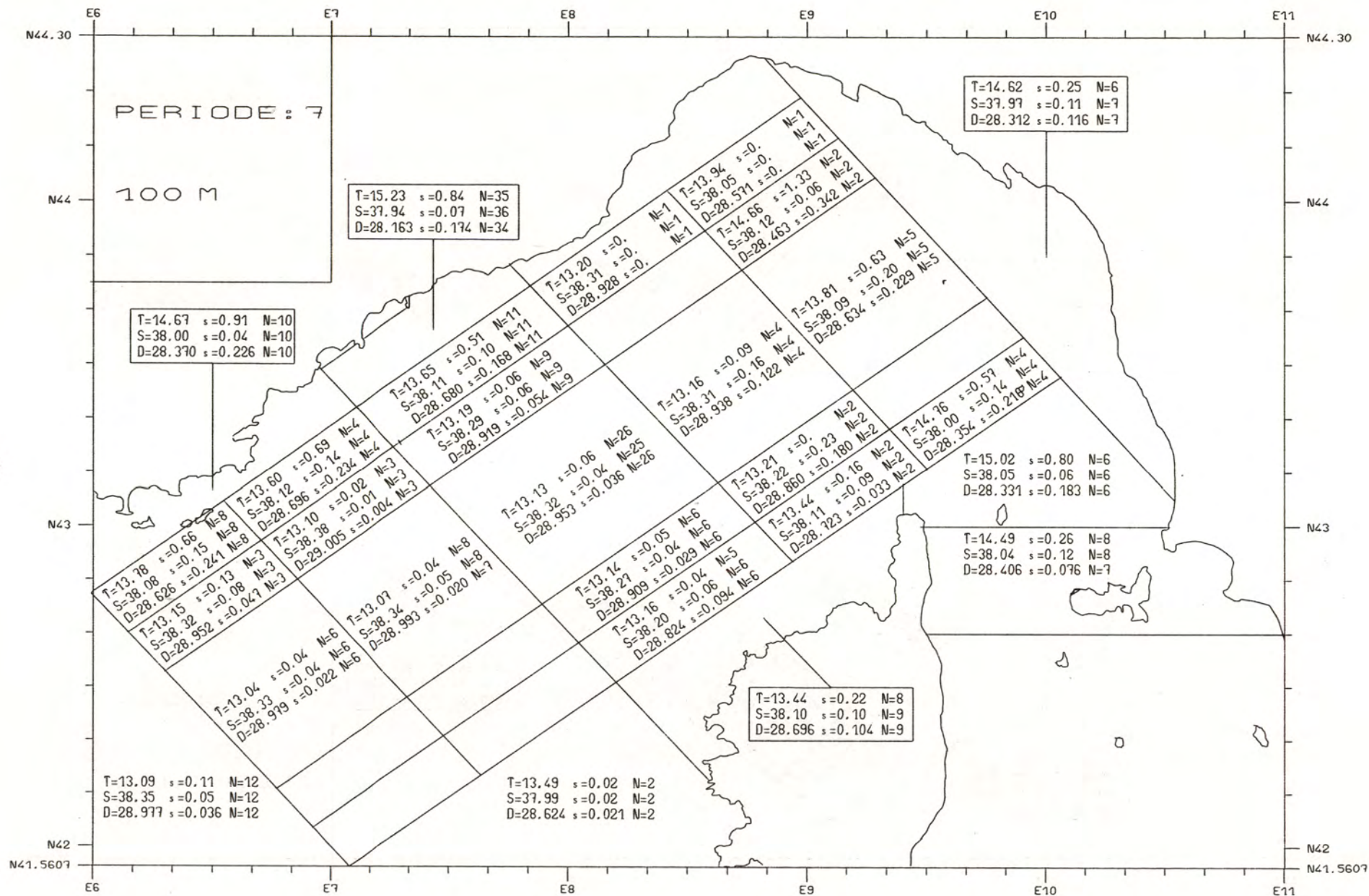




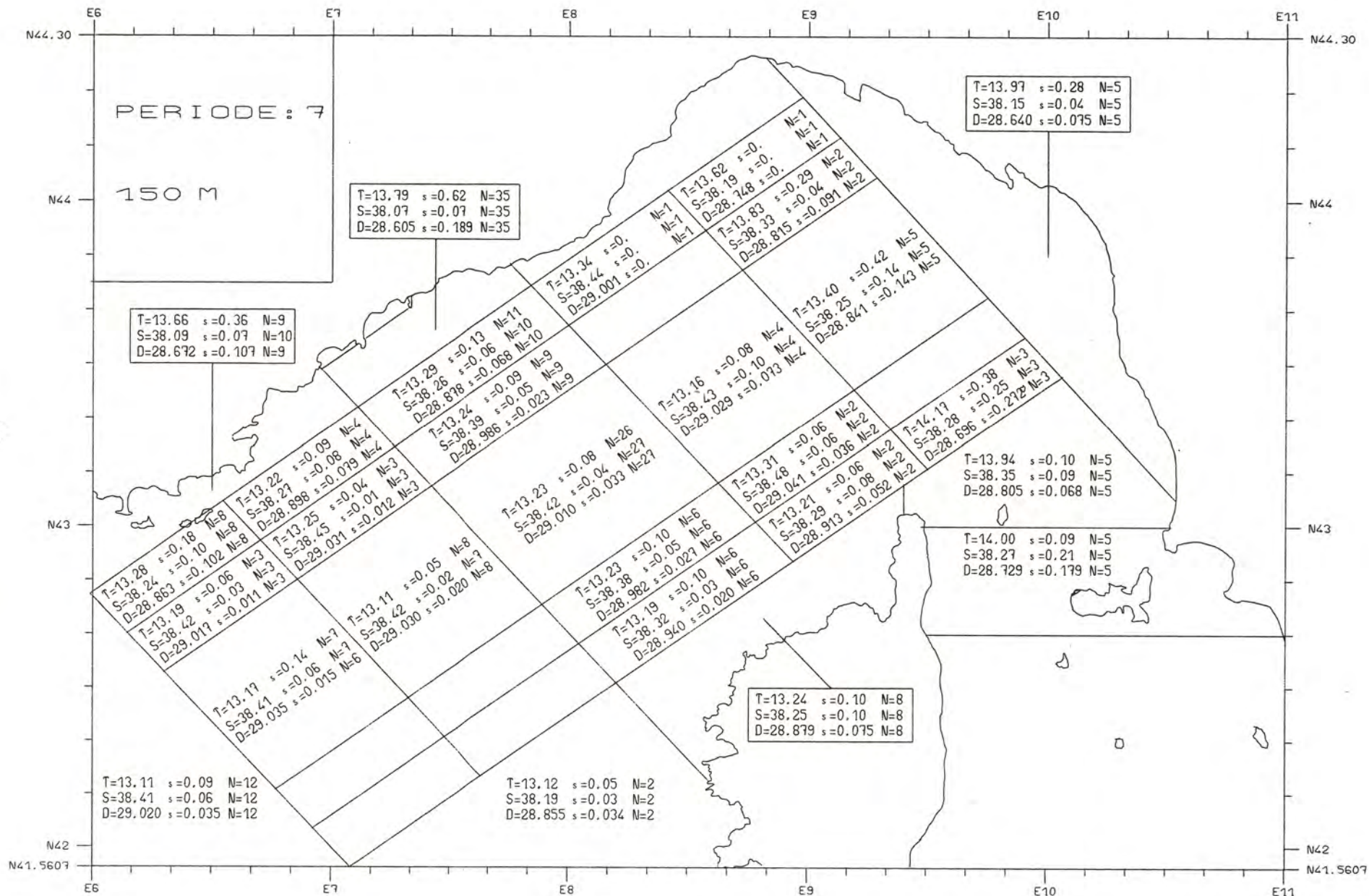


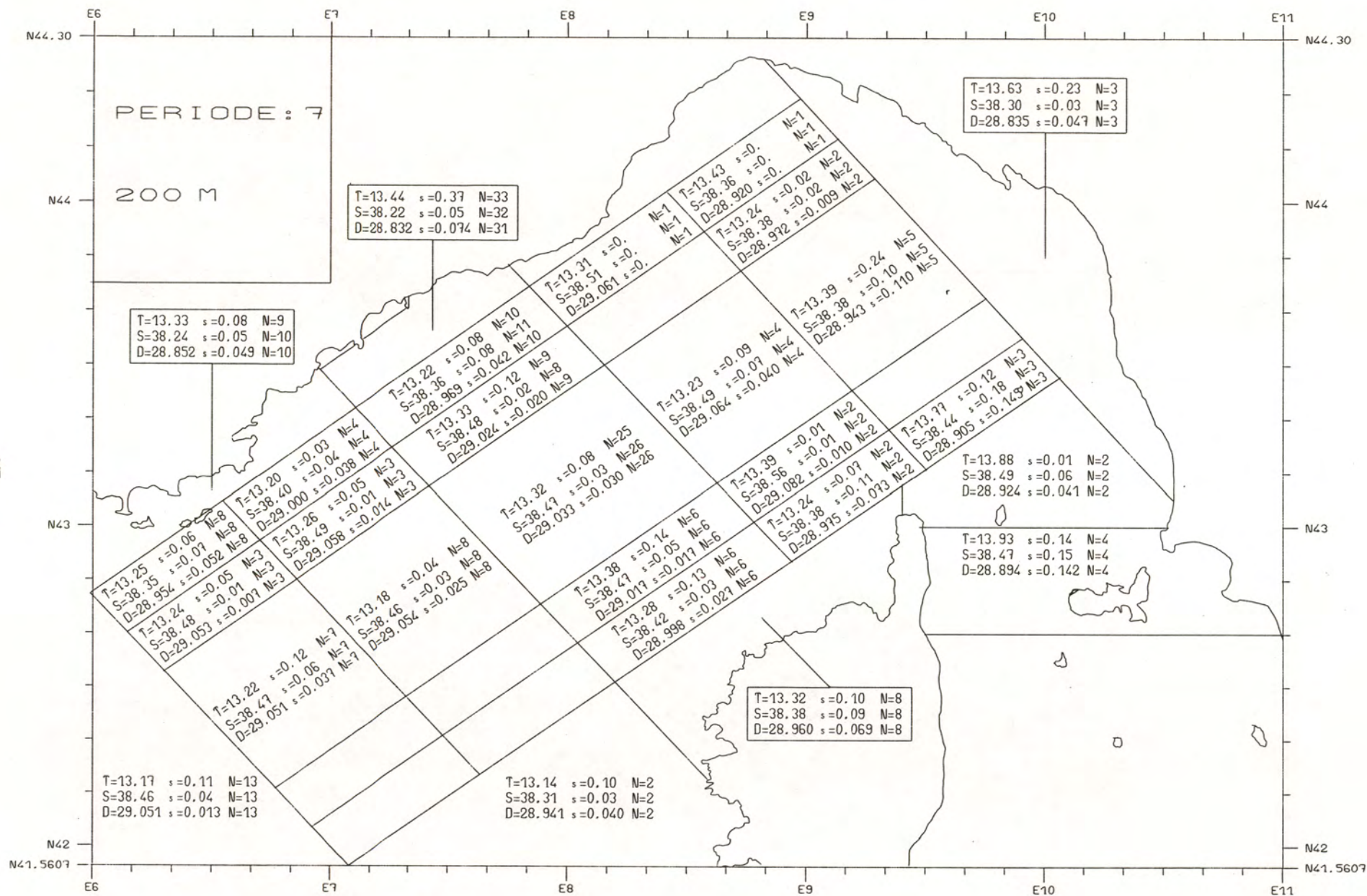




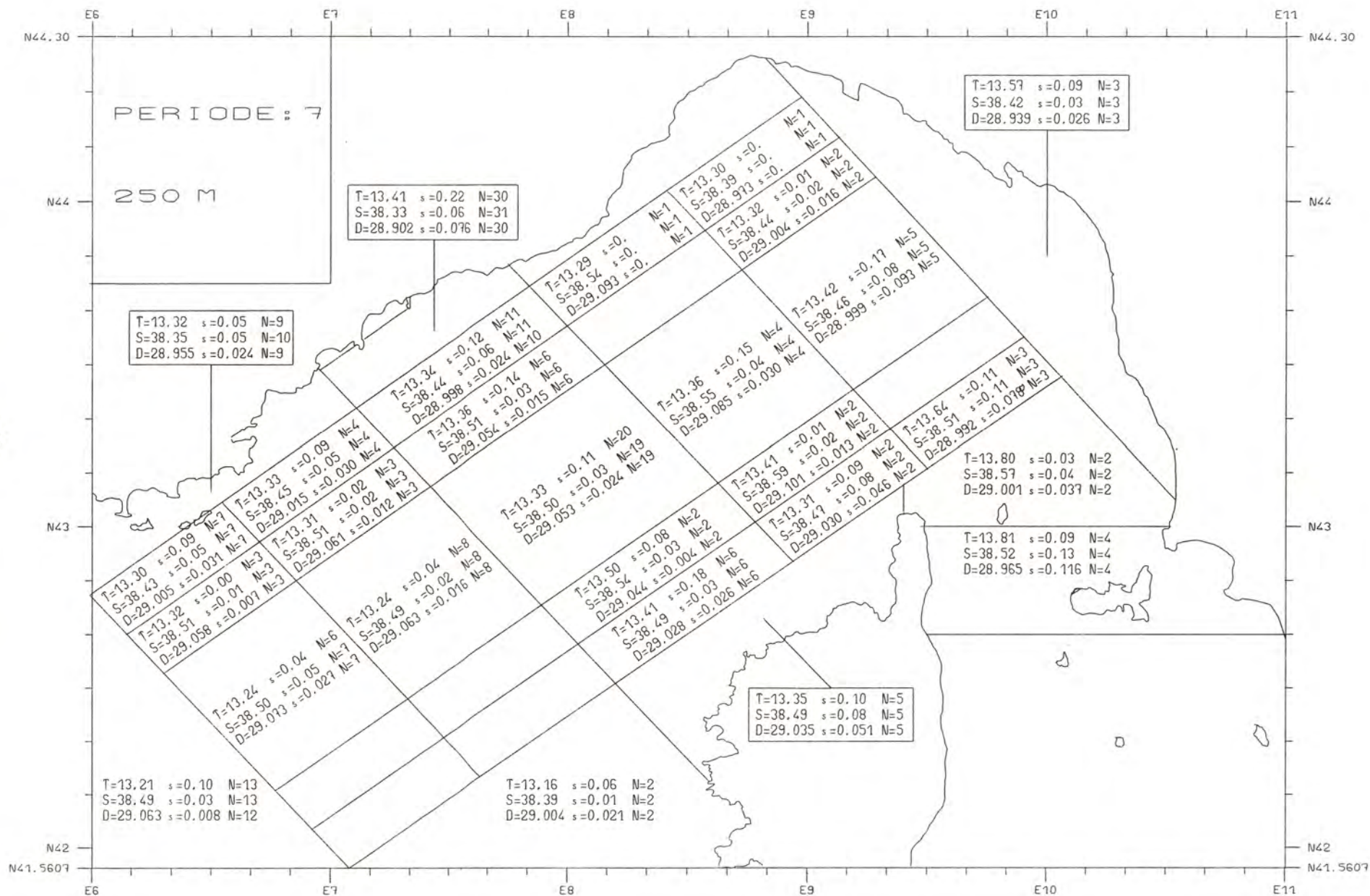


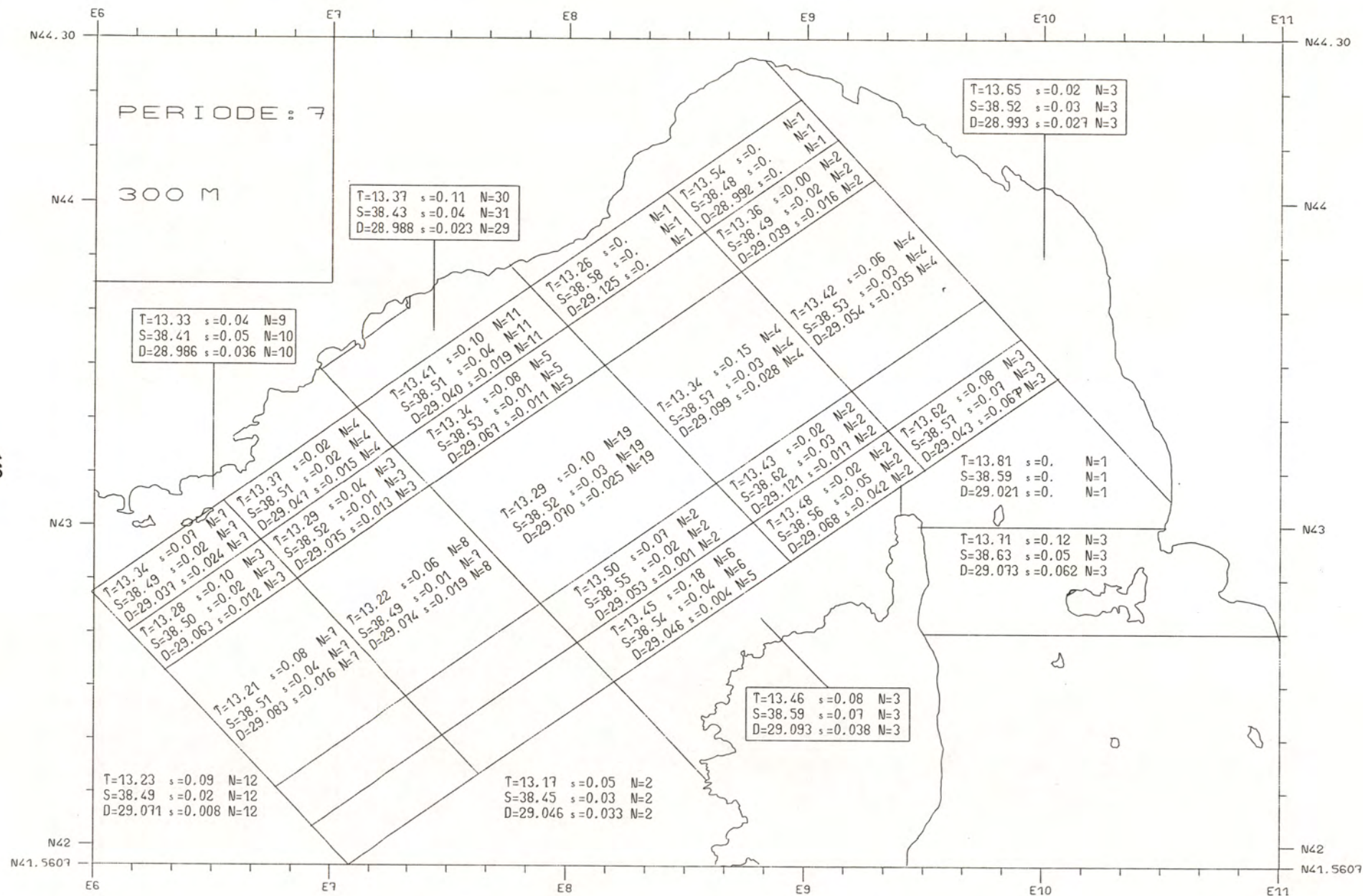




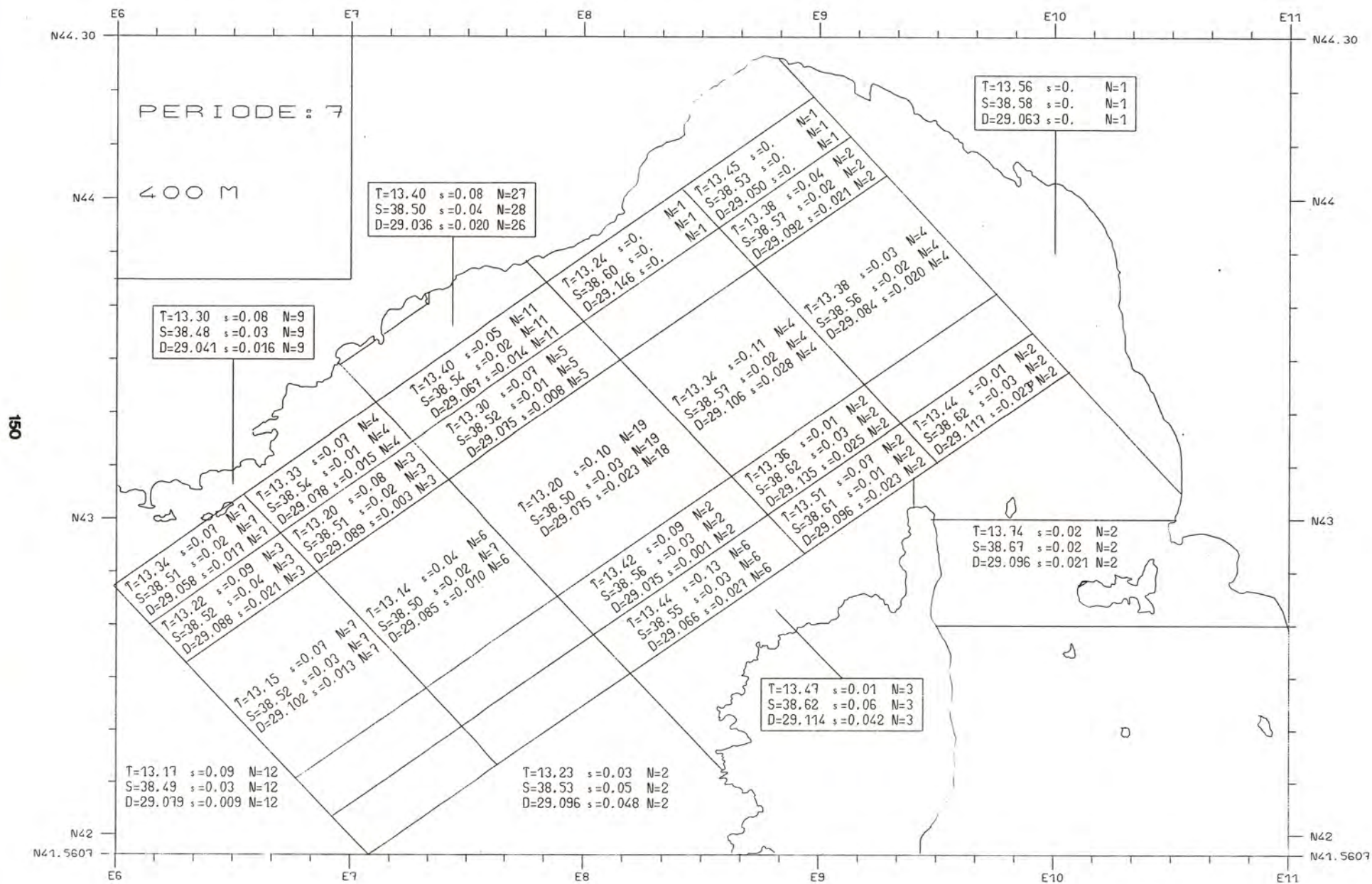


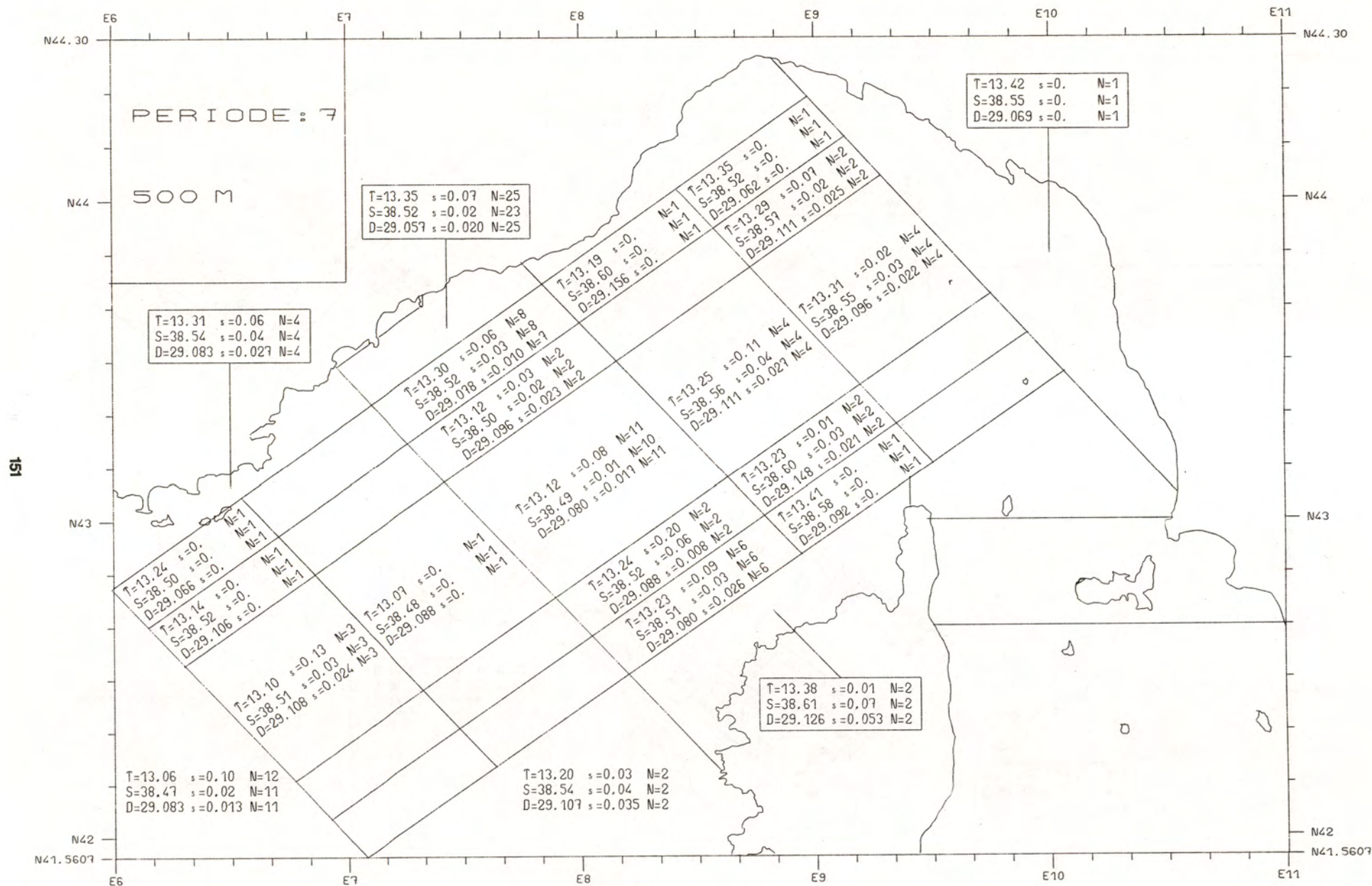




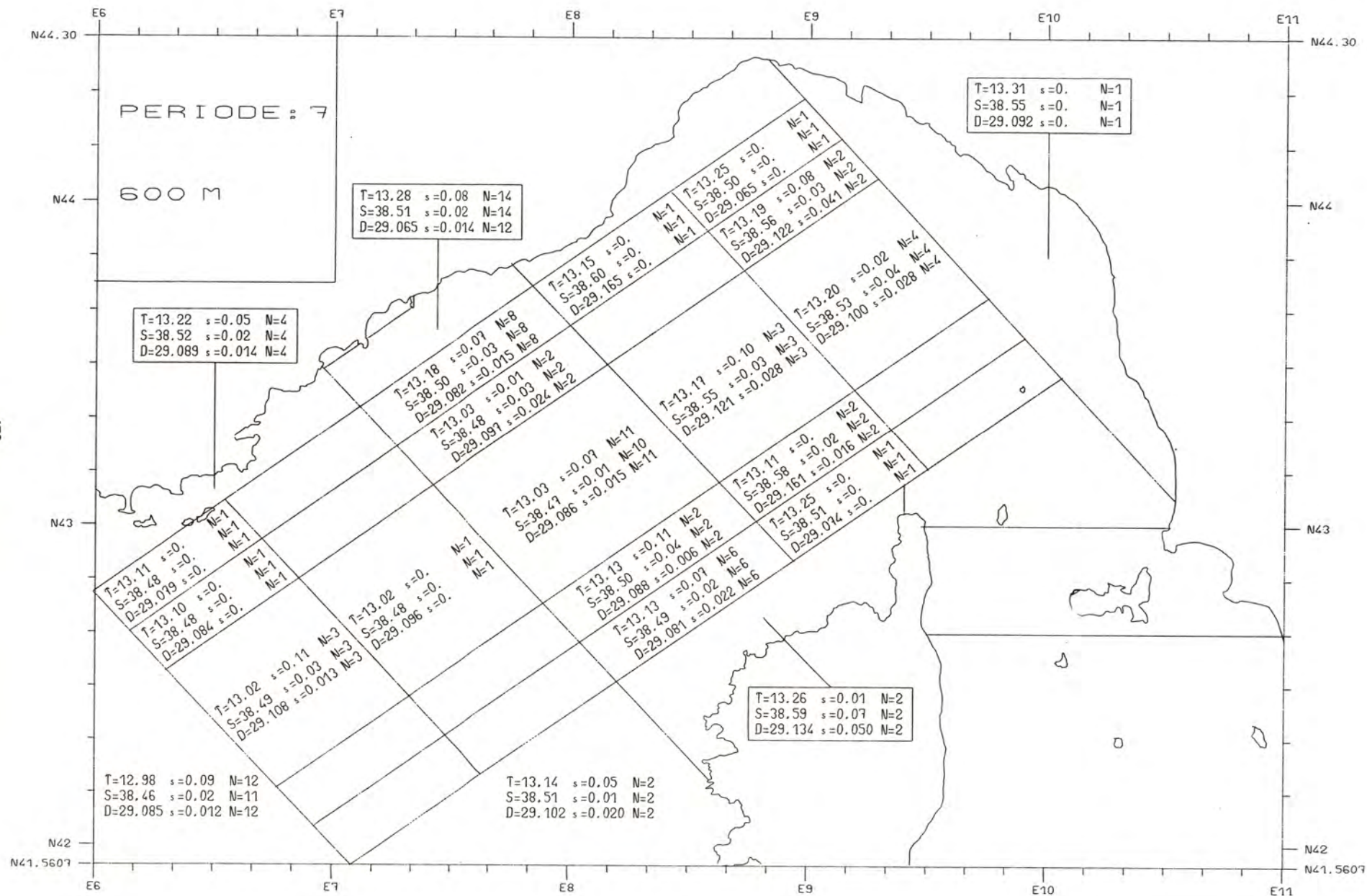


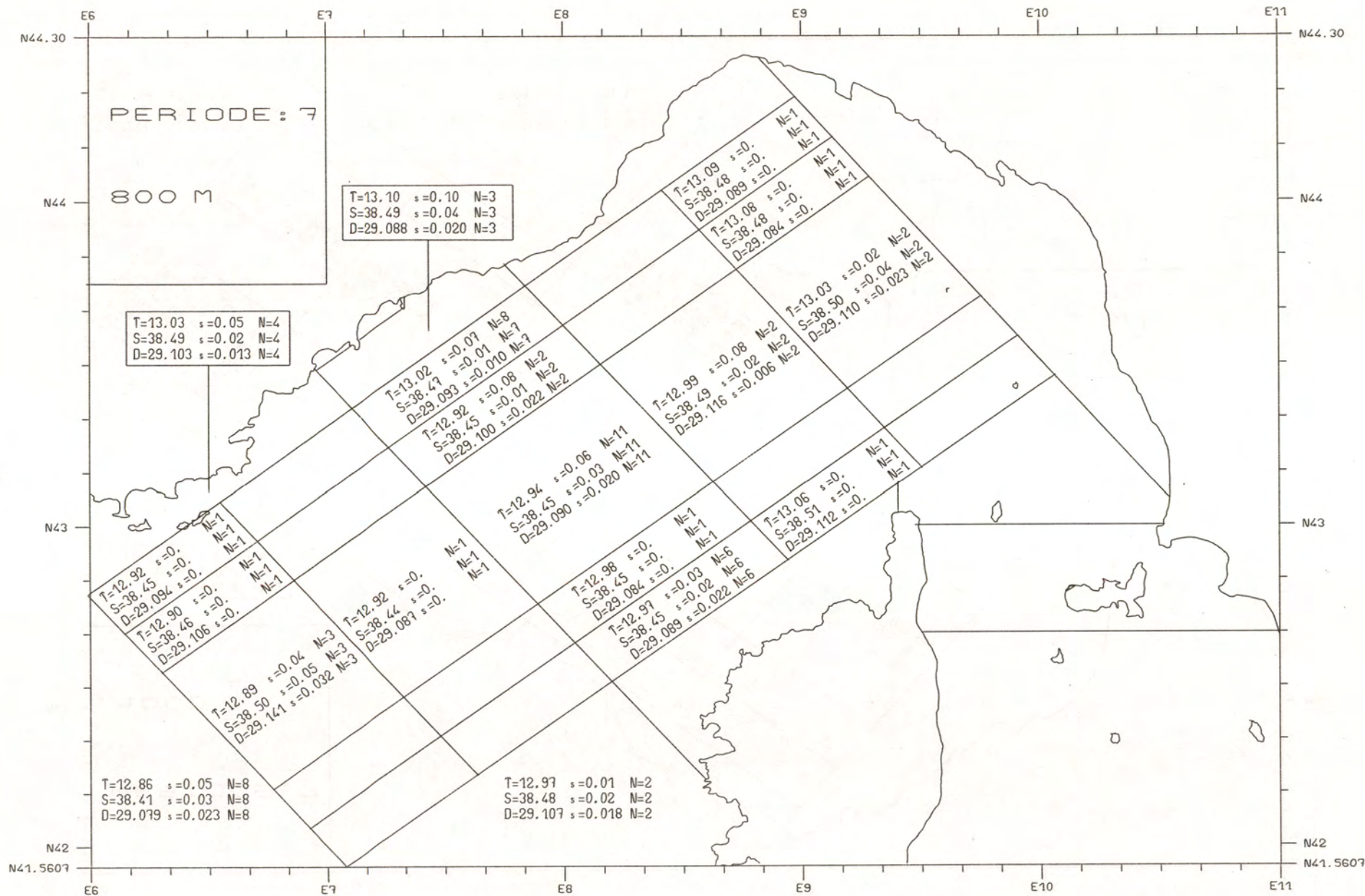




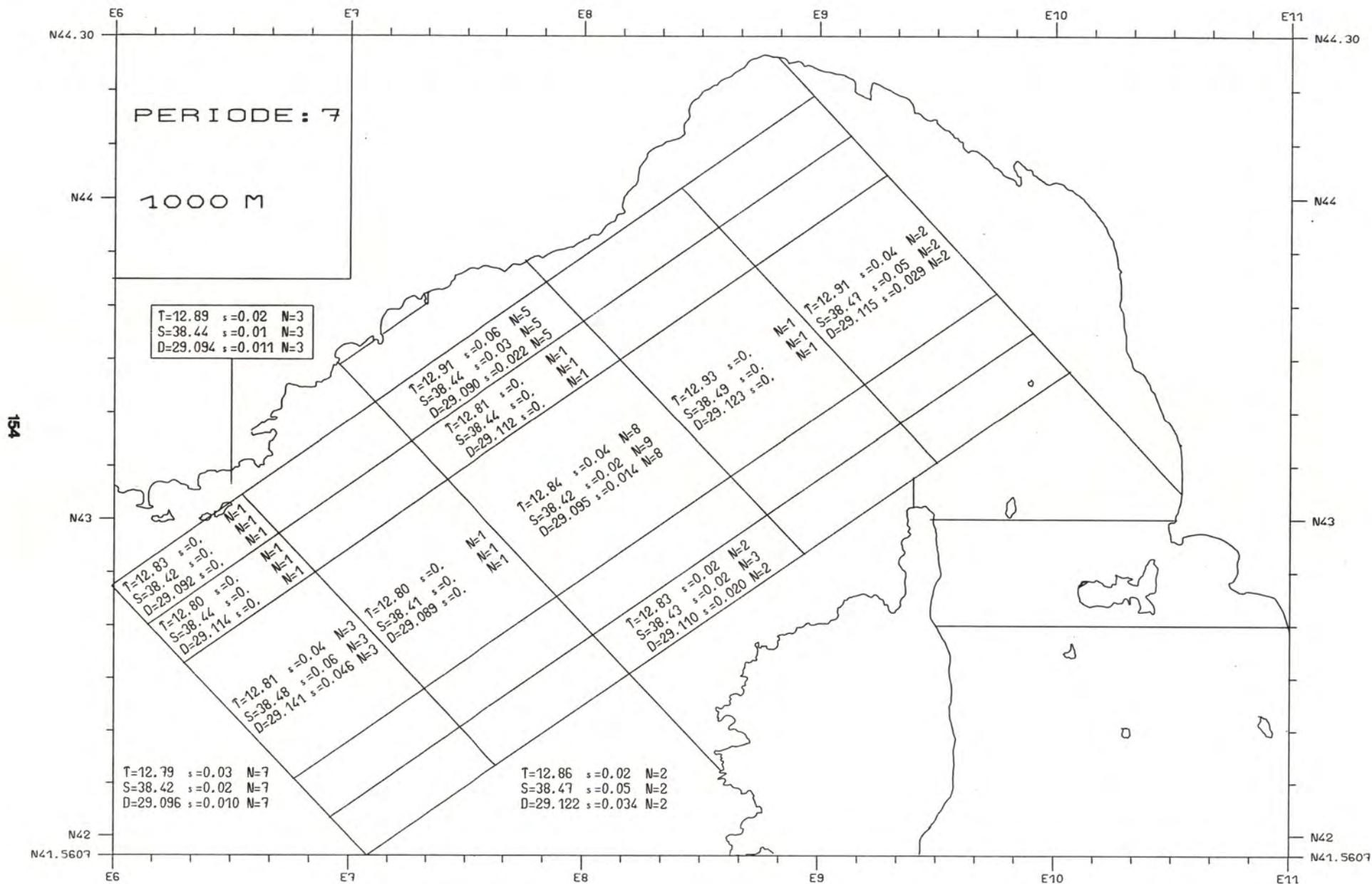














## DIAGRAMMES 0/S

### ZONES

1 - 2

4 - 7

10 - 14

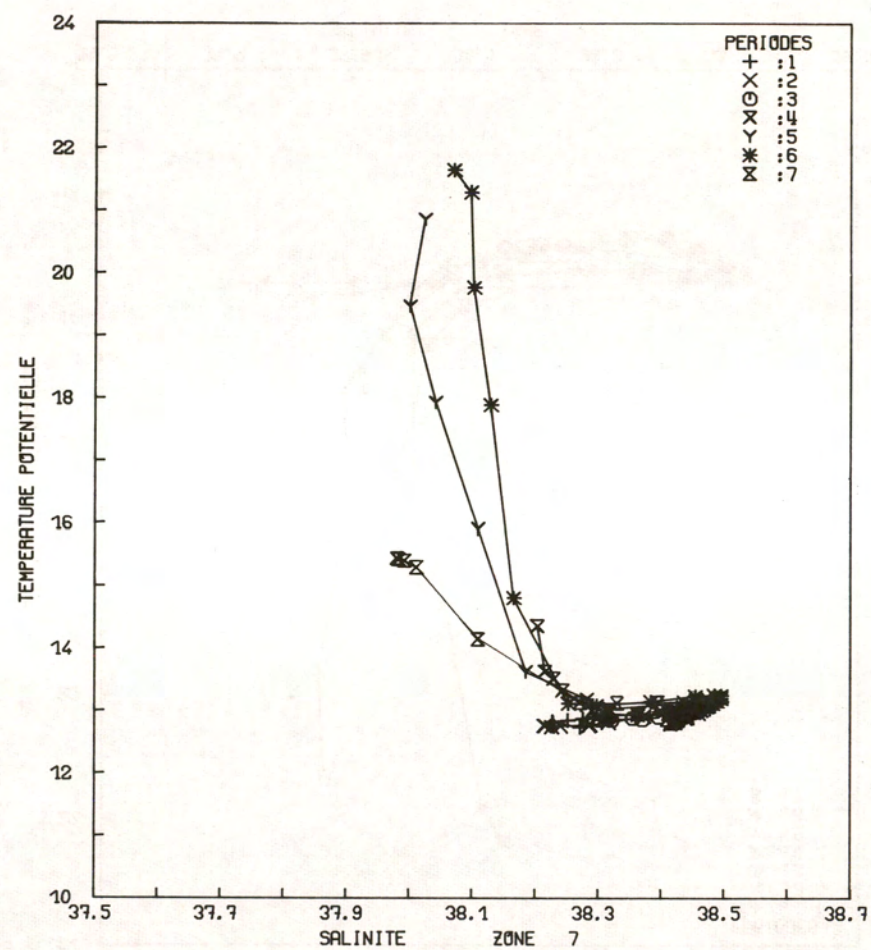
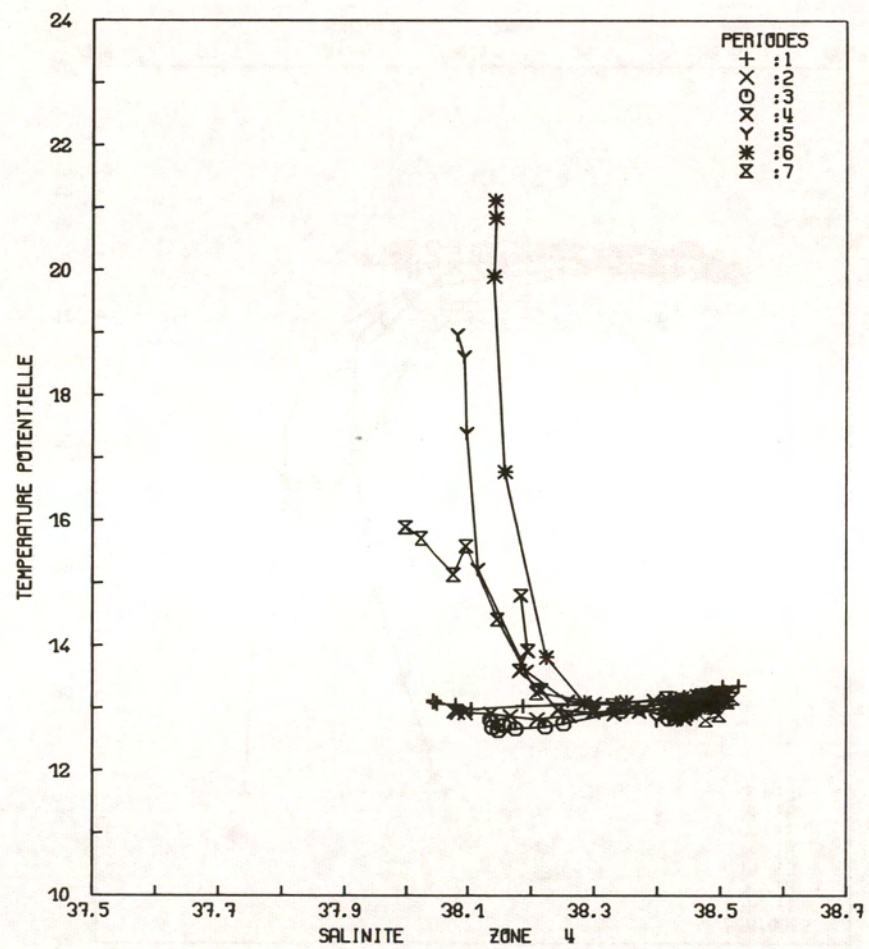
15 - 16

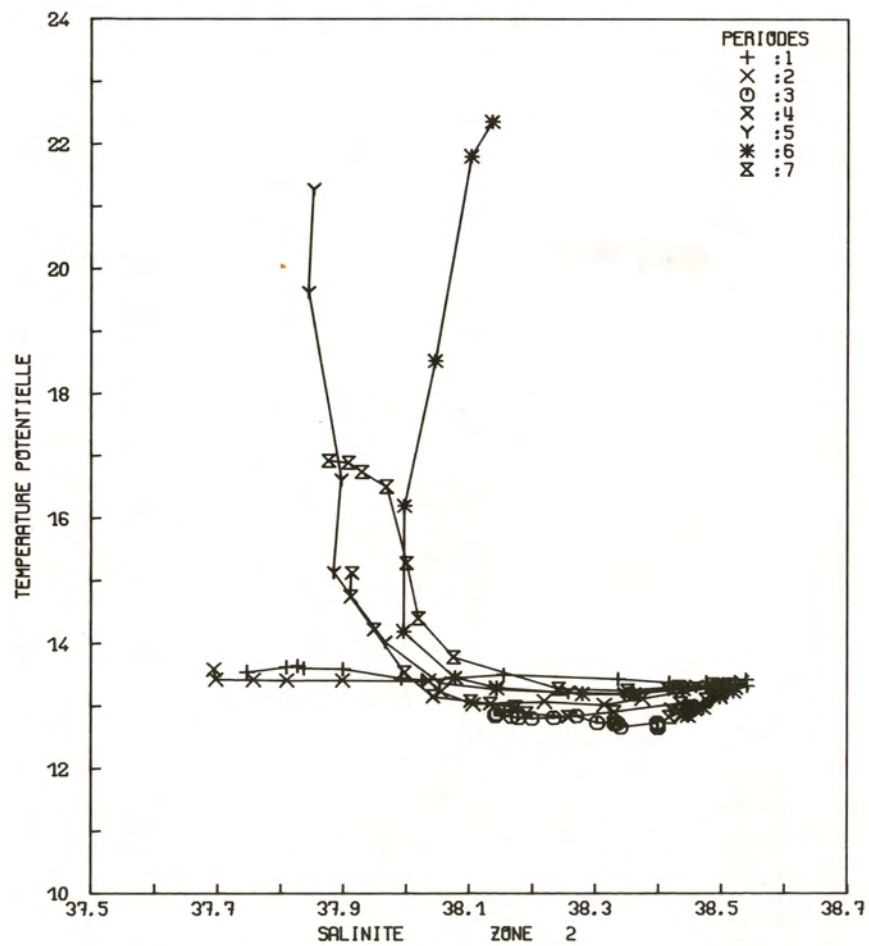
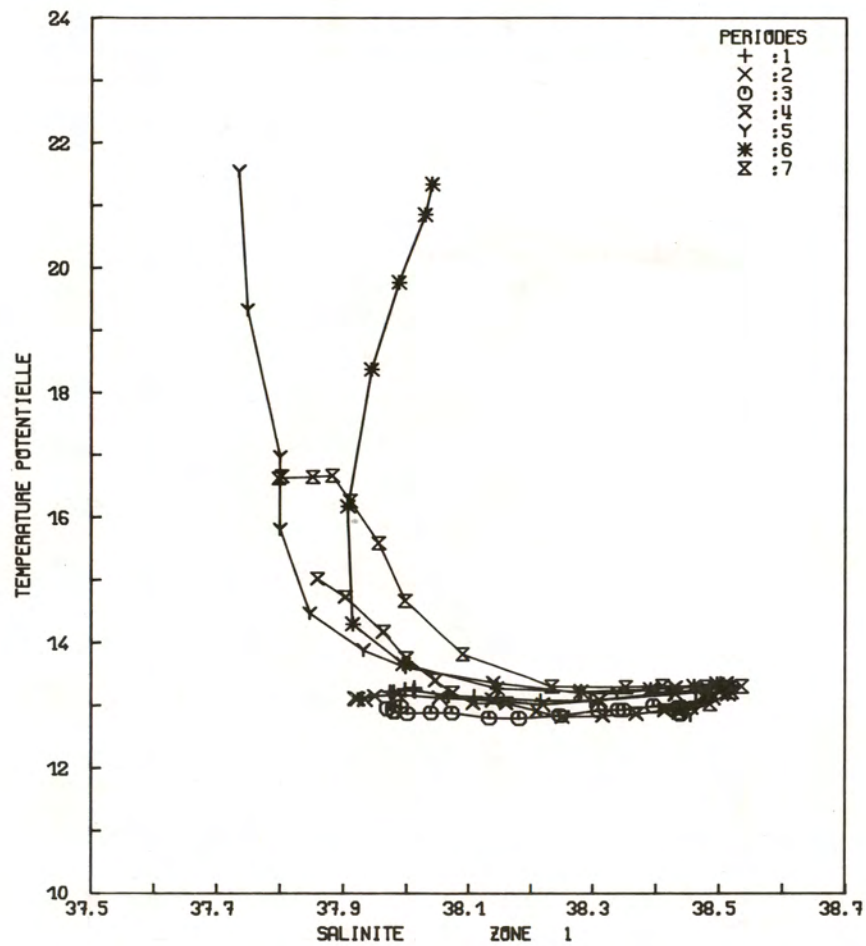
17 - 18

19 - 20

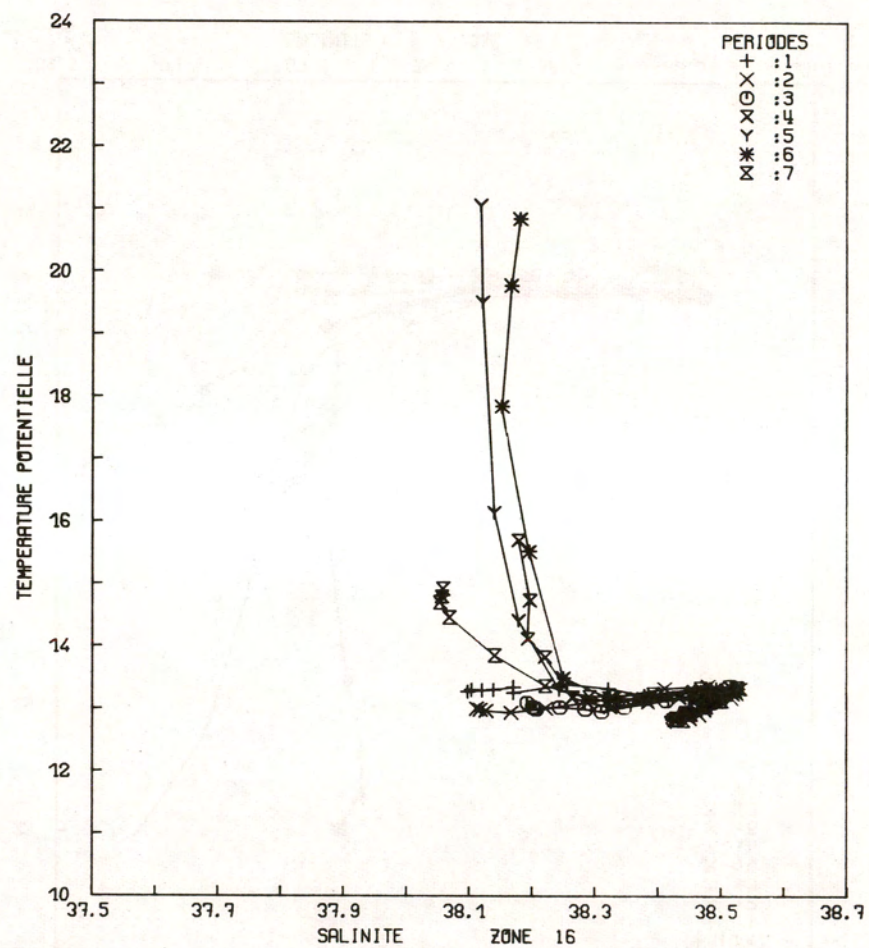
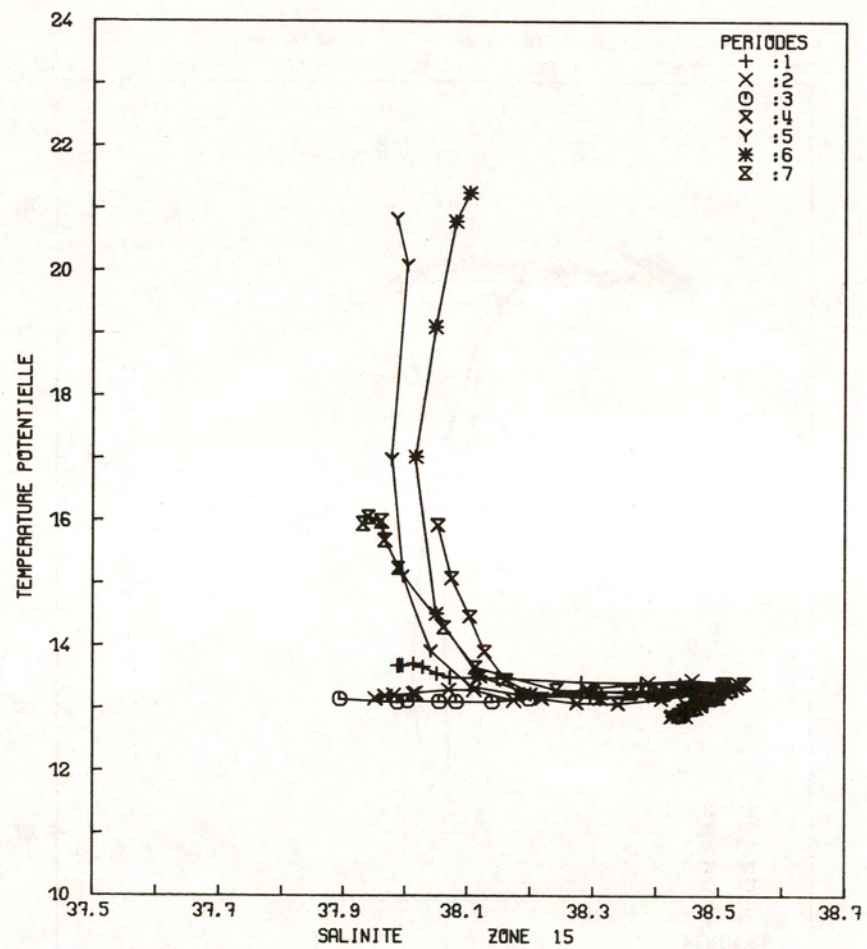
34

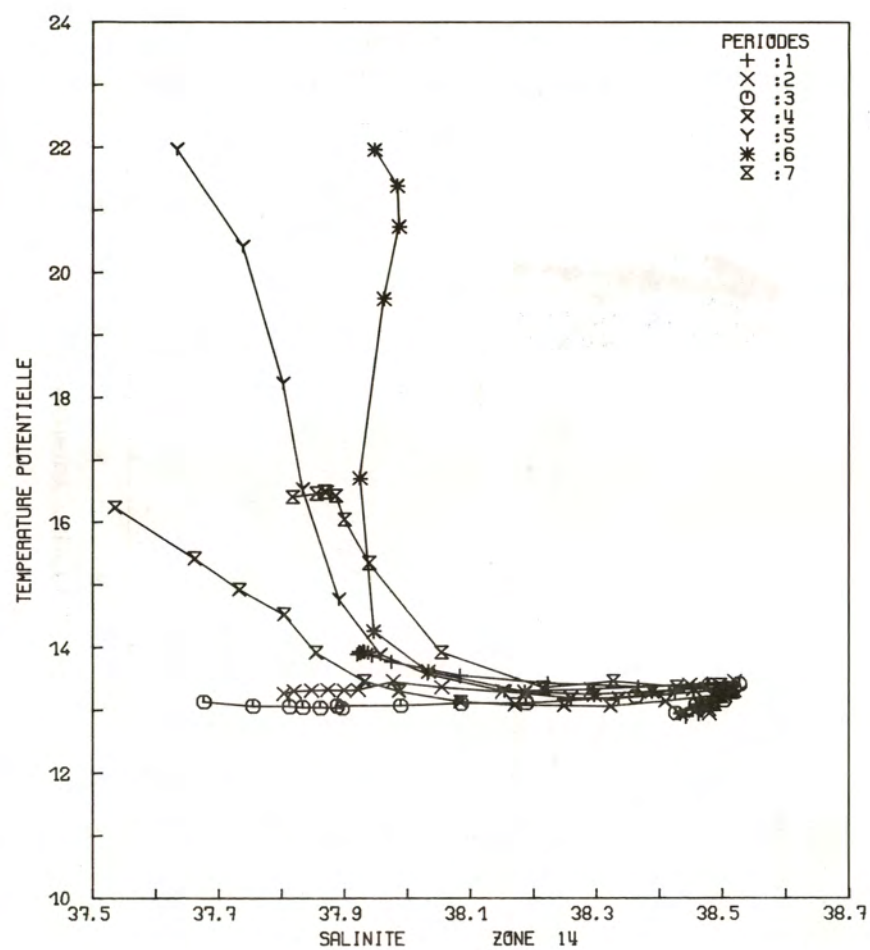
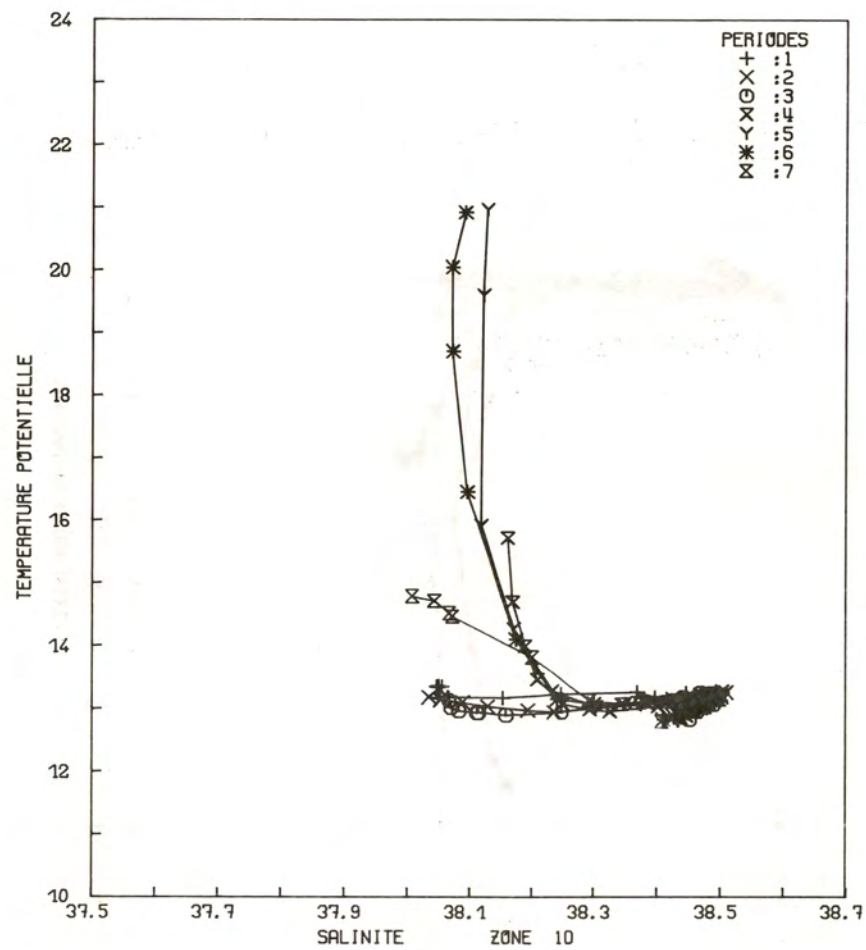




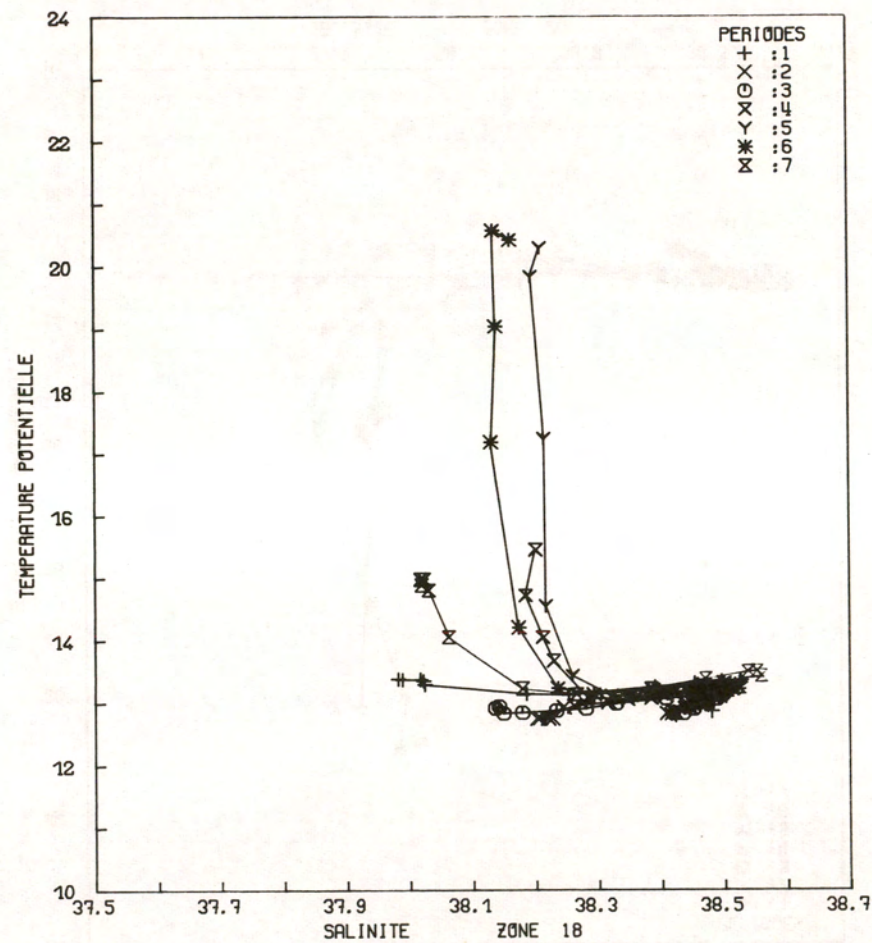
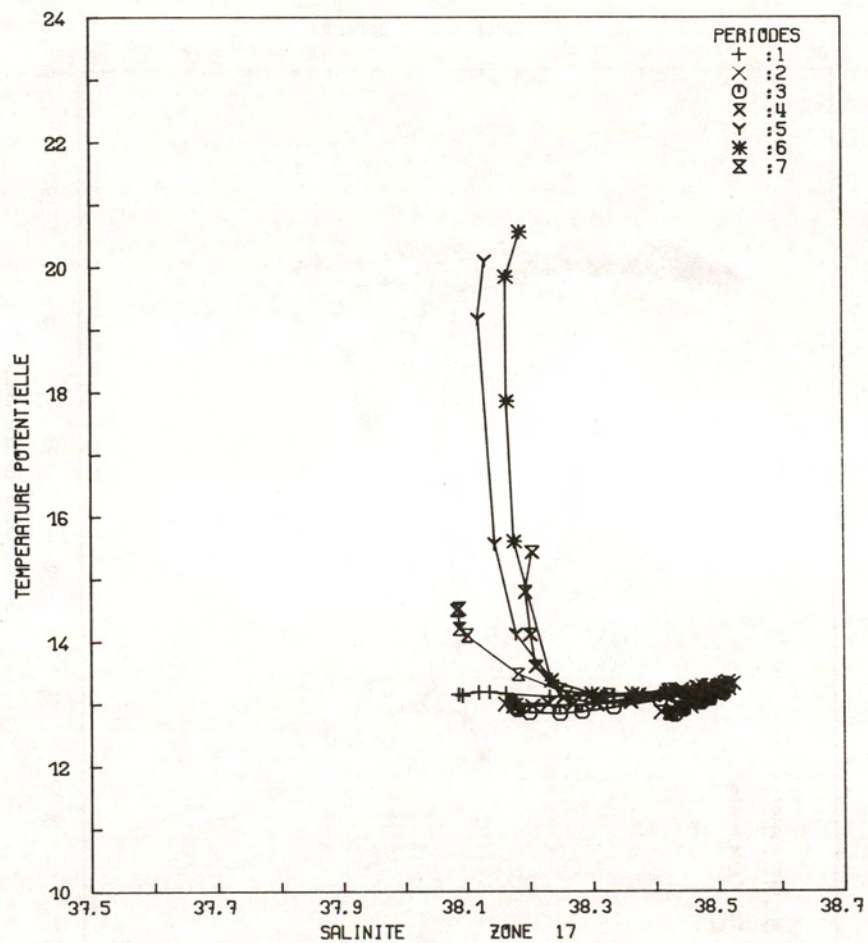


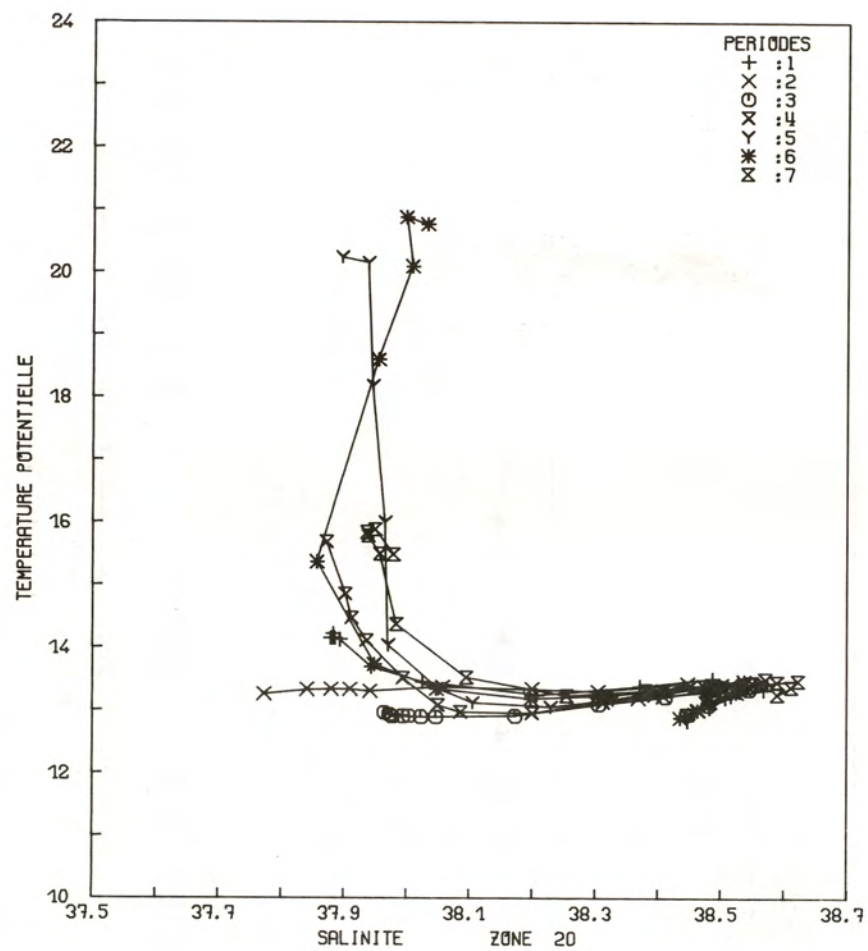
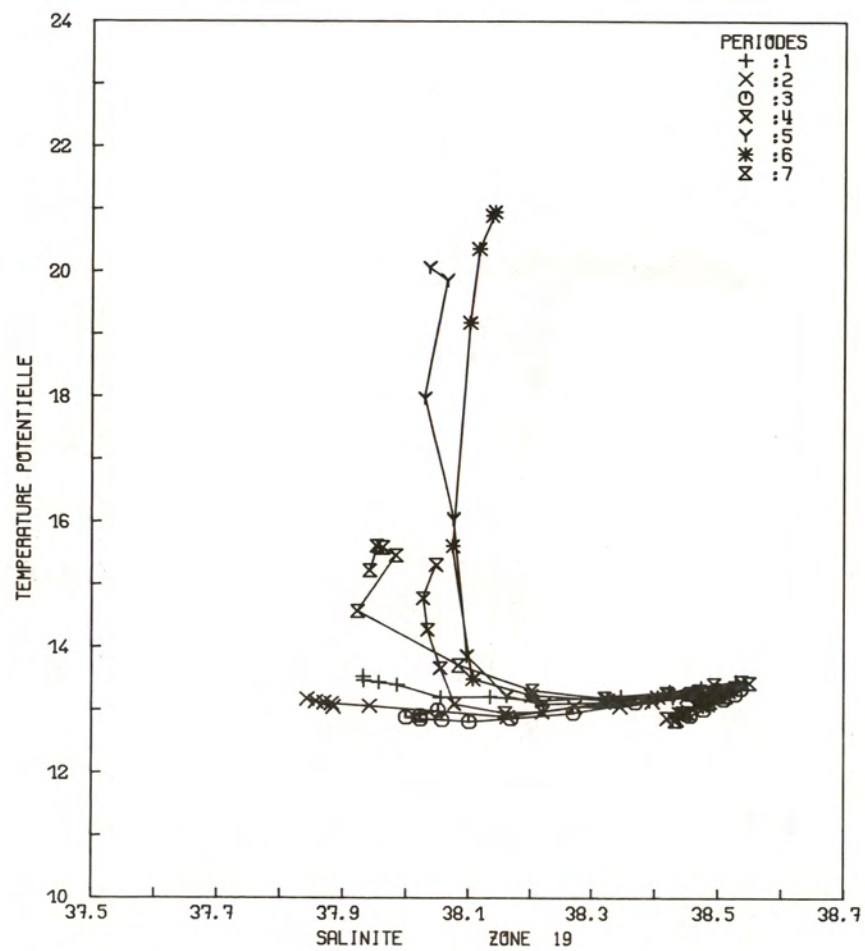




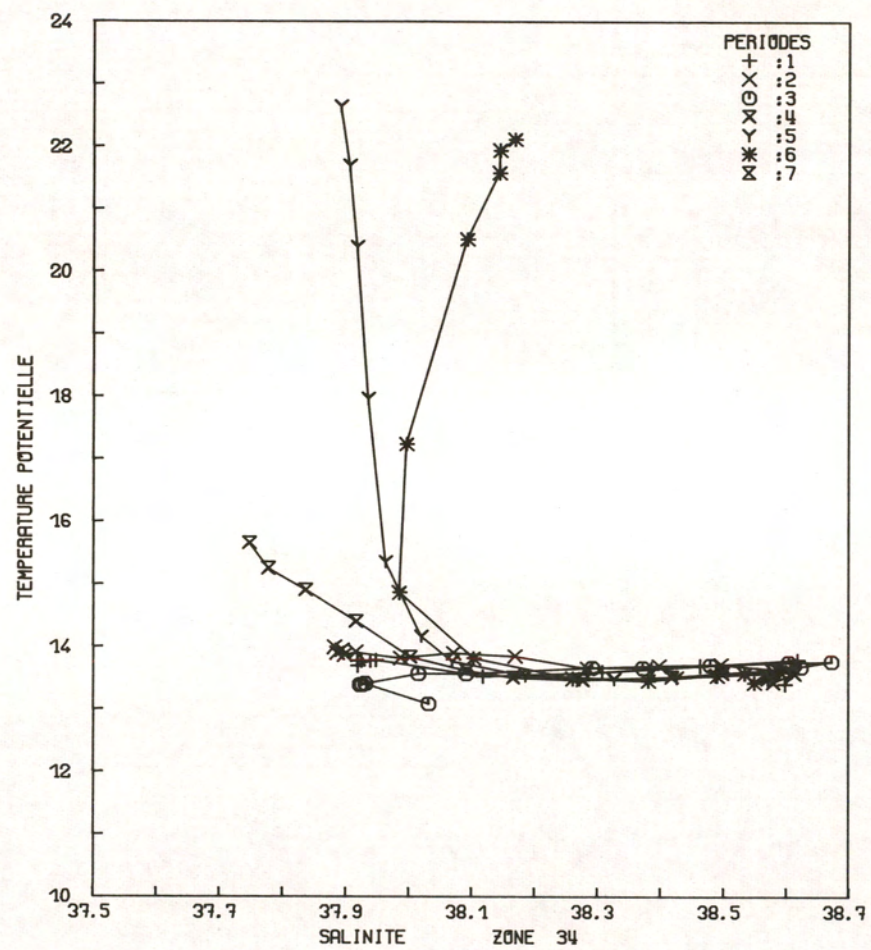












*Imprimé par*  
*INSTAPRINT - Tours*

ISSN 0339-2899



