

COMMISSION DES COMMUNAUTES EUROPEENNES

**DIRECTION GENERALE DE LA SCIENCE,
DE LA RECHERCHE ET DU DEVELOPPEMENT**

**Etude hydrogéologique du secteur nord de Nangis
(Seine-et-Marne – France)**

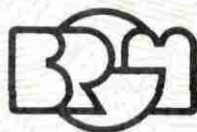
**Historique de la minéralisation azotée
des eaux souterraines**

Contrat ENV.682.F (RS)

par

G.BERGER et B.MAZENC

avec la collaboration de **Ph.MORCX et Ph.PANET**



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

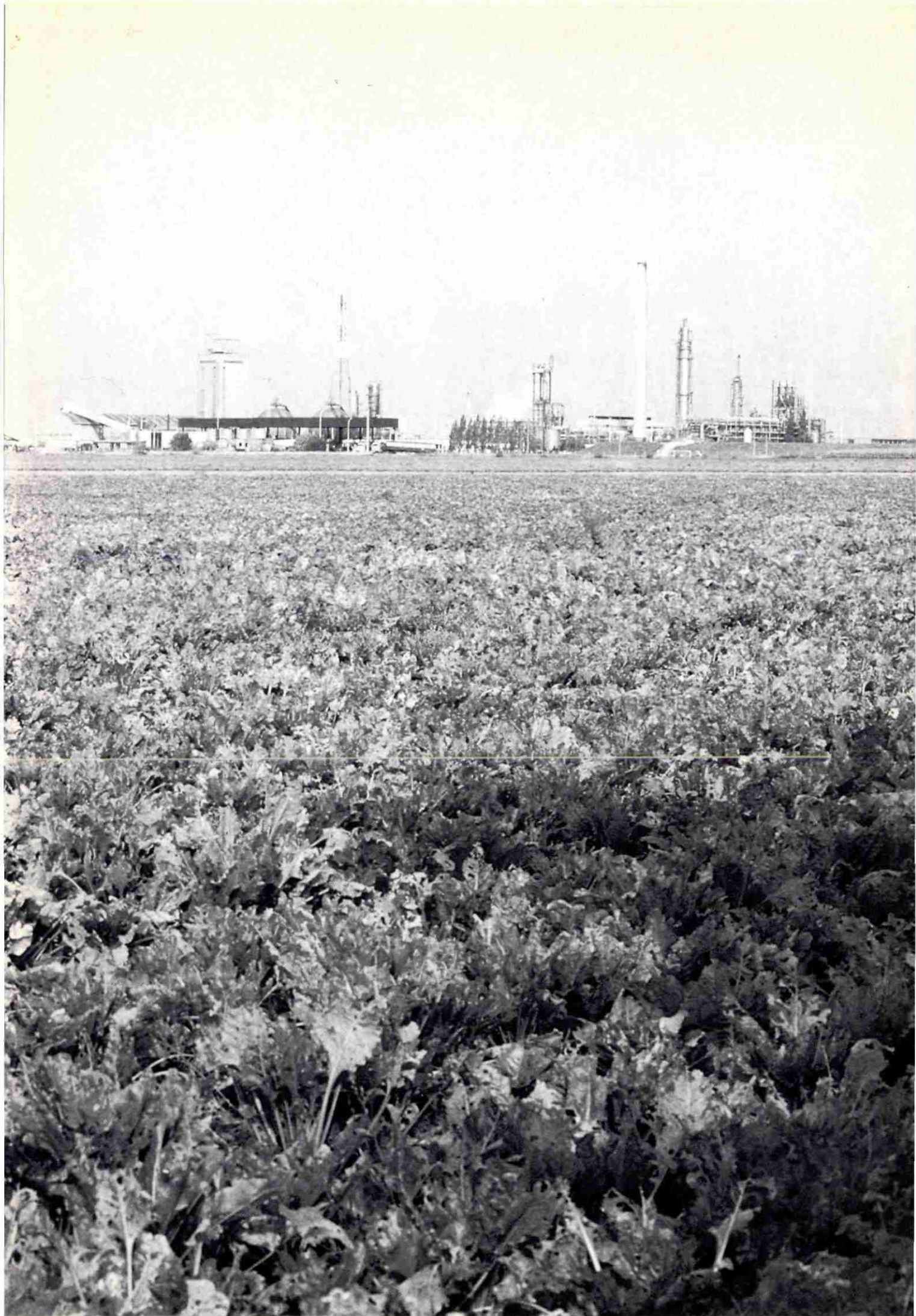
B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

Service géologique régional ILE DE FRANCE

65, rue du Général Leclerc - B.P. 34 - 77170 Brie-Comte-Robert
Tél.: (6) 405.27.07

**RAPPORT DU B.R.G.M.
83 SGN 792 IDF**

Brie-Comte-Robert, novembre 1983



ÉTUDE HYDROGÉOLOGIQUE DU SECTEUR NORD DE NANGIS
(SEINE-ET-MARNE - FRANCE)
HISTORIQUE DE LA MINÉRALISATION AZOTÉE DES EAUX SOUTERRAINES

R É S U M É

Par contrat ENV.682.F (RS) la Commission des Communautés Européennes a chargé le B.R.G.M., Service géologique régional Ile de France, d'étudier les phénomènes possibles de dénitrification lorsque les nappes passent de l'état libre à l'état captif dans le secteur de la Brie française en Seine et-Marne, au Nord de Nangis.

La réinterprétation des coupes géologiques à partir des résultats des forages réalisés ces dernières années a permis de définir avec précision la géométrie des aquifères et pour les différents ouvrages d'exploitation du secteur, la partie captée de ces aquifères.

L'historique chimique des eaux souterraines a été établi de 1947 à 1983, après dépouillement et informatisation des résultats d'analyses archivées au laboratoire départemental de Seine-et-Marne et au B.R.G.M.

L'étude de l'évolution de la minéralisation globale par report graphique des concentrations en fonction du temps montre que cette minéralisation est en augmentation constante, aussi bien pour les nappes libres que pour les nappes captives sur la période considérée, et que le processus d'enrichissement des eaux des aquifères captifs était amorcé antérieurement à 1947.

En ce qui concerne l'azote, l'augmentation des teneurs en nitrates des eaux des nappes libres a débuté bien avant 1947, celle des nappes captives probablement vers 1950.

Actuellement, le taux moyen en nitrates des eaux des nappes libres est de 50 mg/l, celui des nappes captives de 20 mg/l.

Les analyses chimiques et isotopiques programmées dans la deuxième partie de l'étude permettront d'établir s'il existe ou non un processus de dénitrification dans le passage des aquifères de l'état libre à l'état captif.

S O M M A I R E

TEXTE

RESUME

AVANT-PROPOS	1
1. - SITUATION GENERALE	3
2. - GEOLOGIE	5
2.1 - Formation de Brie	5
2.2 - Marnes vertes et supragypseuses	5
2.3 - Calcaire de Champigny	7
2.4 - Marnes infraludiennes	7
2.5 - Calcaire de Saint-Ouen	9
2.6 - Sables de Beauchamp	9
2.7 - Calcaire lutétien	9
2.8 - Yprésien	10
3. - HYDROGEOLOGIE	11
4. - PIEZOMETRIE DE LA NAPPE DE L'EOCENE SUPERIEUR ET MOYEN (Calcaires de Champigny, de Saint-Ouen et du Lutétien)	13
4.1 - Piézométrie générale	13
4.2 - Variations piézométriques	15
5. - LE SECTEUR D'ETUDE	17
6. - LES POINTS D'EAU	19
7. - AQUIFERES CAPTES PAR LES OUVRAGES D'ADDUCTION D'EAU POTABLE	22
7.1 - Aquifère superficiel (Formation de Brie)	22
7.2 - Aquifère du Calcaire de Champigny (nappe libre)	22
7.3 - Aquifère du Calcaire de Saint-Ouen (nappe libre) ...	22
7.4 - Aquifère du Calcaire de Saint-Ouen (nappe captive) ..	23
7.5 - Aquifère du Calcaire lutétien (nappe captive)	23

8. - HISTORIQUE DE LA MINERALISATION DES EAUX SOUTERRAINES	24
8.1 - La minéralisation globale	24
8.2 - Les chlorures	27
8.3 - Les nitrates	29
9. - CONCLUSIONS	34

ANNEXES

ANNEXE I - Conductivité

ANNEXE II - Chlorures

ANNEXE III - Nitrates.

FIGURES DANS LE TEXTE

Fig. I. - Situation du secteur d'étude	4
Fig. II. - Profil géologique en travers du plateau briard	6
Fig. III. - Isohypses du toit des Marnes infraludiennes	8
Fig. IV. - Schéma hydrogéologique du plateau briard	12
Fig. V. - Isohypses de la nappe de l'Eocène supérieur et moyen .	14
Fig. VI. - Fluctuations piézométriques de la nappe de l'Eocène su- périeur et moyen	16
Fig. VII. - Ecorché géologique	18
Fig. VIII. - Situation des points d'eau	20
Fig. IX. - Schéma hydrogéologique du plateau nord de Nangis	30
Fig. X. - Evolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines	33

PLANCHES HORS TEXTE

- Planche I. - Minéralisation des eaux souterraines. Conductivité ($\mu\text{s}/\text{cm}$)
Planche II. - Minéralisation des eaux souterraines. Teneurs en chlorures (mg/l)
Planche III. - Minéralisation des eaux souterraines. Teneurs en nitrates (mg/l)

AVANT-PROPOS

Lors d'études hydrogéologiques réalisées ces dernières années, les résultats des analyses chimiques ont montré une forte diminution de la teneur en azote lorsque les aquifères passent de l'état libre à l'état captif.

Les causes de cet amoindrissement peuvent être multiples :

- physiques : état pseudostatique de la nappe succédant à un écoulement lent, contournement du secteur captif, dilution dans les réserves ...
- chimiques : réduction des nitrates en nitrites et ammoniacque,
- bactériologiques : présence de bactéries dénitrifiantes dans l'interface nappe libre, nappe captive.

Par contrat ENV.682.F (RS), la Commission des Communautés Européennes a chargé le B.R.G.M., Service géologique régional Ile de France, d'étudier ce phénomène dans le secteur de Nangis, en Seine-et-Marne, choisi pour les raisons suivantes :

- région à vocation essentiellement agricole,
- possibilités d'étudier le régime de surface : drains, rivières, nappe pelliculaire des Calcaires de Brie,
- omniprésence de la nappe des Calcaires de Champigny s.l. qui passe de l'état libre à l'état semi-captif et captif,
- possibilités d'acquérir un historique de l'évolution chimique des eaux souterraines (captages A.E.P.),
- pompages intensifs dans le secteur captif, accentuant l'écoulement de la nappe.

La présente étude a donné lieu au dépouillement de toutes les données géologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques. L'attention a porté principalement sur :

- la géométrie des aquifères,*
- la partie captée de ces aquifères, par les différents ouvrages d'exploitation (coupes géologique et technique),*
- la piézométrie des nappes,*
- la récolte, le dépouillement et l'interprétation des résultats analytiques (historique).*

1. - SITUATION GÉNÉRALE

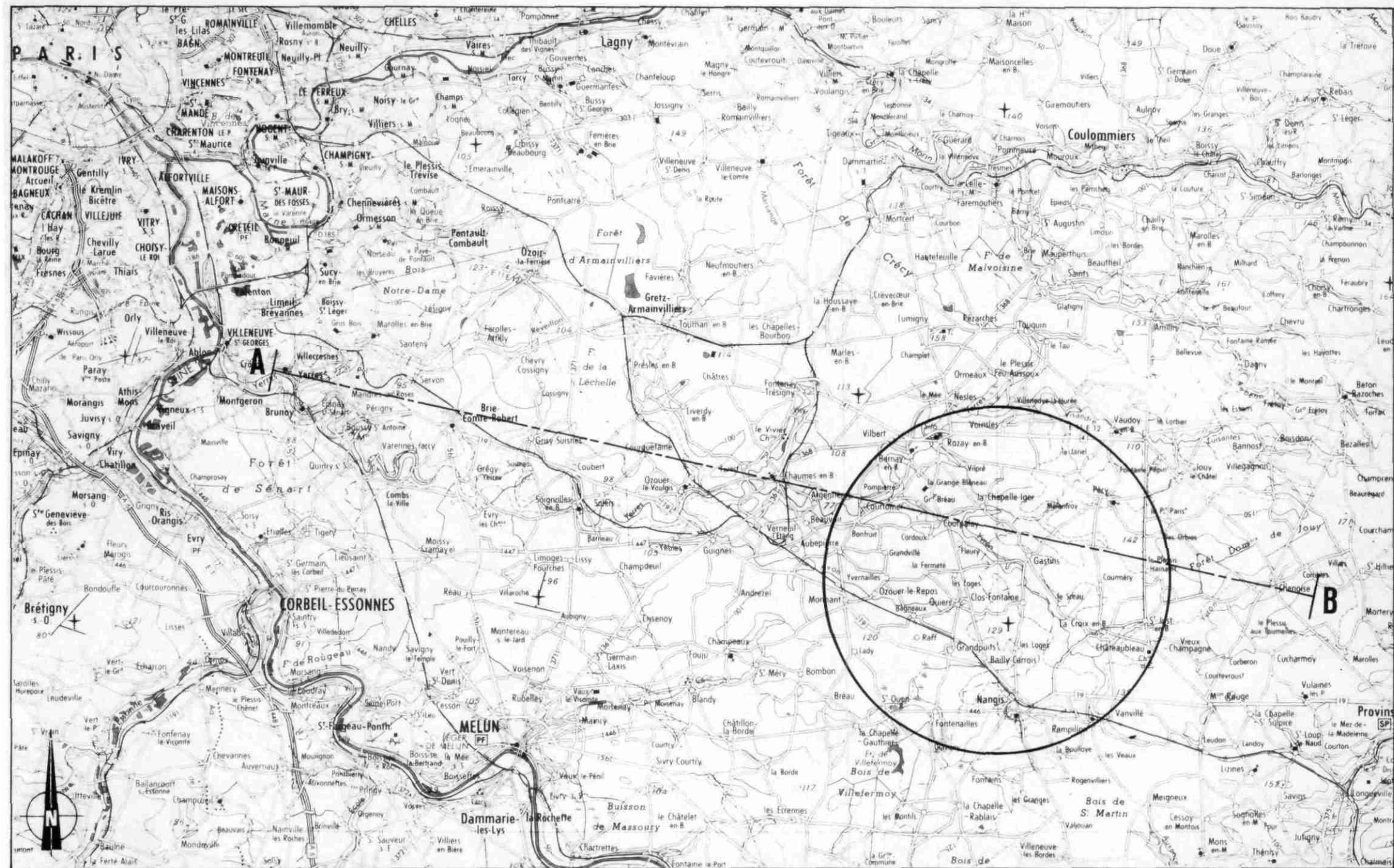
(Figure I)

Située à l'Est de Paris, la Brie est une des régions naturelles du Bassin parisien. Géographiquement, elle forme un plateau, limité au Nord par la Marne, à l'Ouest et au Sud par la Seine, s'étendant vers l'Est jusqu'à la cuesta de l'Ile de France.

La vallée du Petit Morin, qui entaille ce plateau, sépare la Brie Champenoise au Nord-Est, de la Brie française au Sud-Ouest.

L'étude porte essentiellement sur une partie de la Brie française située au Nord de Nangis.

Dans ce secteur, le plateau est légèrement incliné d'Est en Ouest de la cote 150 à la cote 100, il est drainé par deux ruisseaux temporaires, affluents de l'Yerres, le ru d'Avon et l'Yvron.



A—B Axe du profil géologique (fig. II)

2. - GÉOLOGIE

La coupe géologique de la figure II présente les diverses formations formant le plateau briard.

2.1 - FORMATION DE BRIE

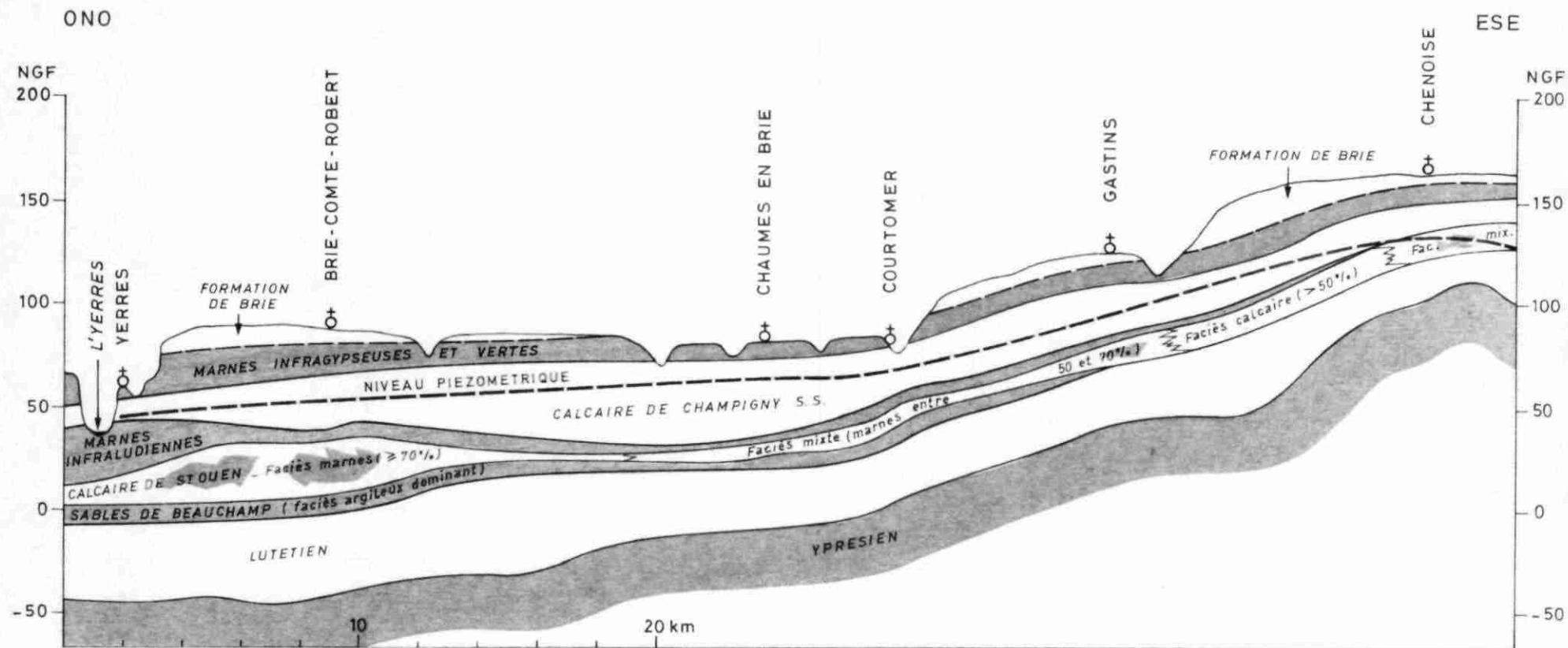
La "Formation de Brie" est une couche de 4 à 6 m d'épaisseur, constituée de calcaire plus ou moins siliceux, altéré à la partie supérieure en rognons de meulière, emballés dans une argile limoneuse et quelquefois sableuse. Cette couche est perméable ; elle contient une nappe omniprésente en Brie, alimentée par les percolations des eaux météoriques au travers des limons, soutenue par l'écran imperméable des Marnes vertes sous-jacentes.

2.2 - MARNES VERTES ET SUPRAGYPSEUSES

Cet horizon imperméable de 10 à 12 mètres d'épaisseur dans le secteur étudié, comprend les Marnes vertes proprement dites, les Marnes blanches de Pantin et les Marnes bleues d'Argenteuil.

L'existence de ces 2 derniers niveaux au Nord-Est de Nangis est difficile à mettre en évidence.

Profil géologique en travers du plateau briard



2.3 - CALCAIRE DE CHAMPIGNY

Le Calcaire de Champigny se présente le plus souvent sous forme d'un calcaire compact, siliceux, parfois sous forme de calcaire marneux jaunâtre, marne blanchâtre à rognons calcaires, ou même marne blanche crayeuse et poudreuse.

Généralement, la partie moyenne de la formation est pauvre en silice, riche en niveaux marneux.

La puissance du Calcaire de Champigny est de l'ordre de 15 à 20 m.

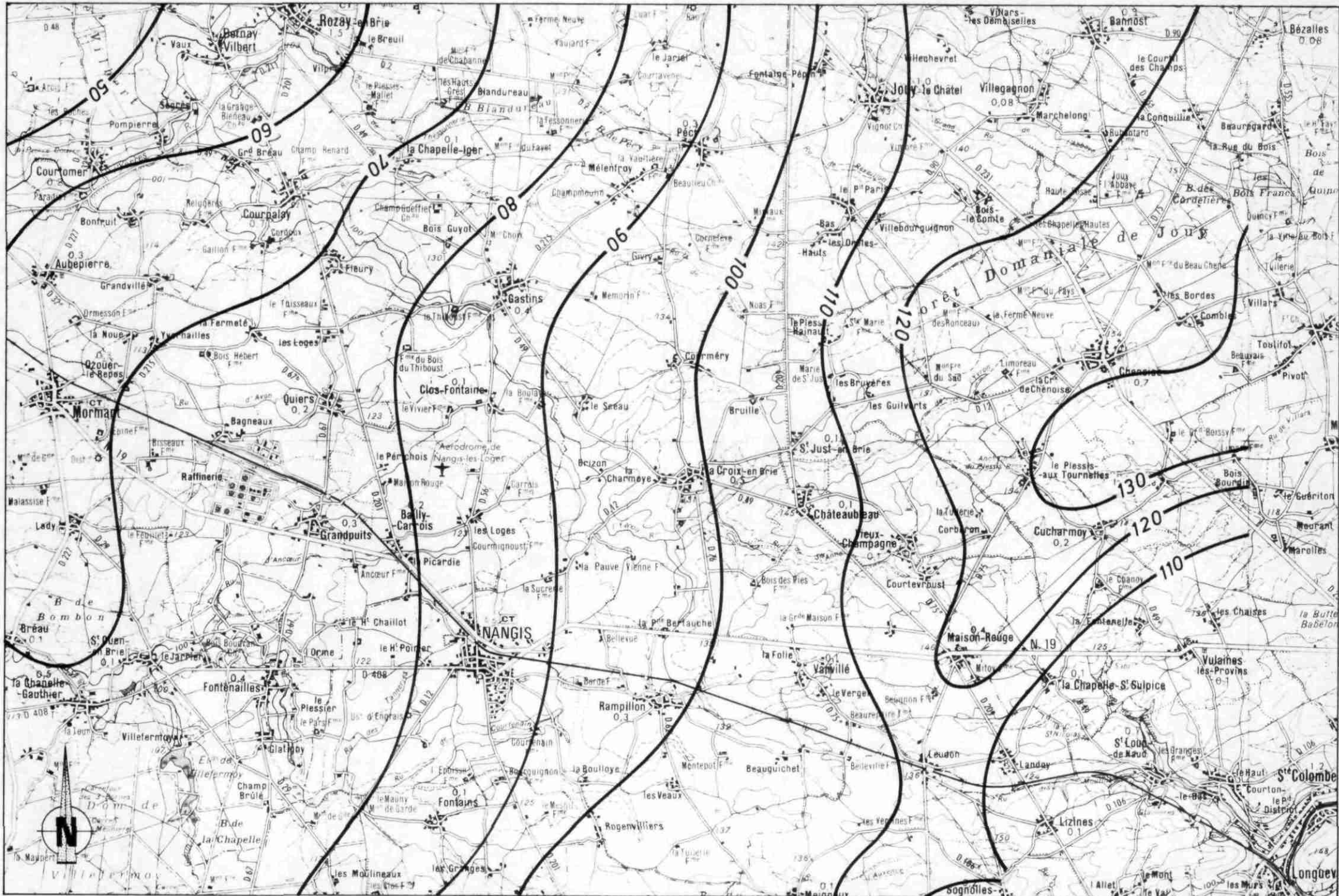
2.4 - MARNES INFRALUDIENNES

Les Marnes infraludiennes sont des marnes ou argiles magnésiennes blanchâtres, grisâtres ou marbrées avec passages d'argiles sépiolithiques brun verdâtre et niveaux de marnes crèmes plastiques ou indurées. Au centre de la Brie, les marnes sont plus carbonatées et présentent des rognons calcaireux et des passées calcaires.

Dans la majeure partie de la Brie, les sondages rencontrent, sous le Calcaire de Champigny, les Marnes "infraludiennes".

La figure III présente le toit de ces marnes dans le secteur étudié.

Leur puissance n'excède pas 5 mètres.



2.5 - CALCAIRE DE SAINT-OUEN

Bien que composé d'une façon générale d'une alternance de bancs calcaires compacts blancs ou rosés avec des bancs de marnes blanches ou brunes magnésiennes, le Calcaire de Saint-Ouen, peut, suivant les secteurs de la Brie, présenter une dominante calcaire très marquée avec l'apparition de bancs lithographiques à silexites, soit au contraire ne montrer que des faciès très marneux.

Dans le secteur d'étude, le faciès calcaire est dominant. Il a une puissance de l'ordre de 10 mètres.

2.6 - "SABLES DE BEAUCHAMP"

Le faciès à dominante sableuse qui donne son nom à la formation, n'est présent que dans le bassin du Grand Morin et en tête du bassin de l'Yerres.

Ailleurs, cette formation de deux à trois mètres d'épaisseur se présente sous un faciès argileux. Son extension au-delà de Gastins est problématique.

2.7 - CALCAIRE LUTETIEN

Dans le secteur étudié, la formation lutétienne se présente sous sa forme classique avec au sommet les Marnes et Caillasses, à tendance lagunaire, composées d'une alternance de calcaires plus ou moins siliceux avec des marnes et des argiles, à la base un faciès marin représenté par un calcaire grossier, surmontant un calcaire sableux.

La puissance de cette formation est de l'ordre de 20 à 25 mètres.

2.8 - YPRÉSIE

L'Yprésien est une formation argilo-sableuse omniprésente sur toute la Brie, surmontant la craie sénonienne.

3. - HYDROGÉOLOGIE

(Figure IV)

La présence ou l'absence de certains niveaux, en particulier les Marnes infraludiennes et les "Sables de Beauchamp" ainsi que les nombreuses variations de faciès, donnent lieu à de nombreuses possibilités de regroupement ou de distinction des ensembles aquifères de l'Eocène moyen et supérieur en Brie. Comme schéma de départ, extrêmement simplifié, nous pouvons considérer que la limite d'extension des Marnes infraludiennes détermine deux grands ensembles aquifères :

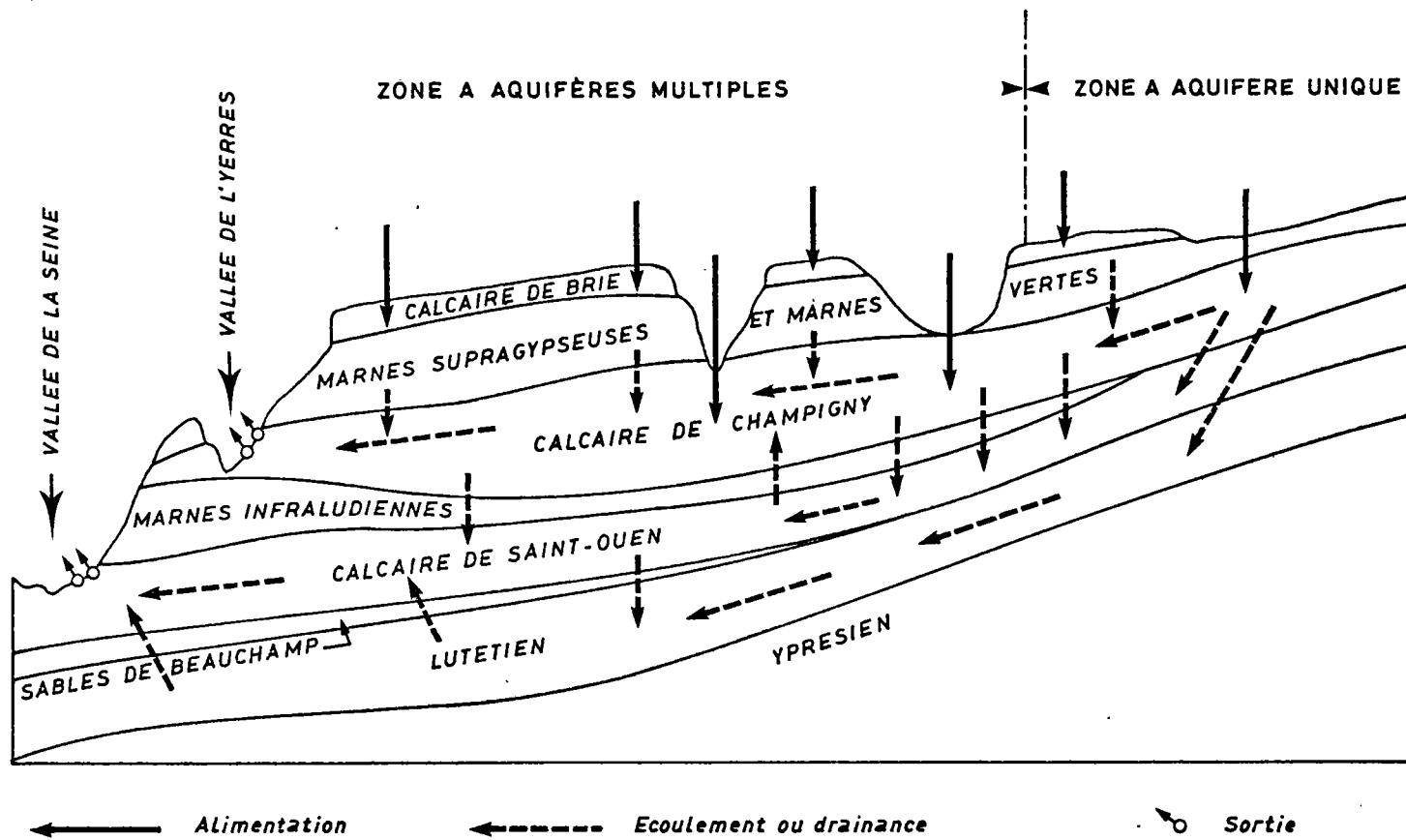
- à l'extrême est et sud-est, un aquifère unique représenté par les Calcaires lutétiens, bartoniens et ludiens,
- à l'Ouest et au Nord-Ouest, la distinction entre un aquifère supérieur (Calcaire de Champigny) et un aquifère inférieur "Lutétien-Bartonien".

Les pertes qui se manifestent dans les parties amont des bassins, donc à l'Est, ont une grande importance, car elles alimentent la nappe au niveau de l'aquifère unique, et participent donc, par écoulement souterrain, à une partie de l'alimentation de l'aquifère Saint-Ouen - Lutétien.

Les pertes qui se manifestent dans la partie centrale de la Brie vont exclusivement à la nappe du Calcaire de Champigny s.s., la nappe de Saint-Ouen - Lutétien étant alors alimentée par drainance à travers les marnes infraludiennes.

Les résurgences des rivières (Yerres en particulier) s'observent dans le bief aval et ne s'effectuent qu'au détriment de la nappe du Calcaire de Champigny s.s., l'exutoire de la nappe des Calcaires de Saint-Ouen - Lutétien étant constitué par les cours d'eau importants (Marne et Seine) au niveau du Calcaire de Saint-Ouen.

Schéma hydrogéologique du plateau briard



4; - PIÉZOMÉTRIE DE LA NAPPE DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR ET MOYEN

(Calcaires de Champigny, de Saint-Ouen et du Lutétien)

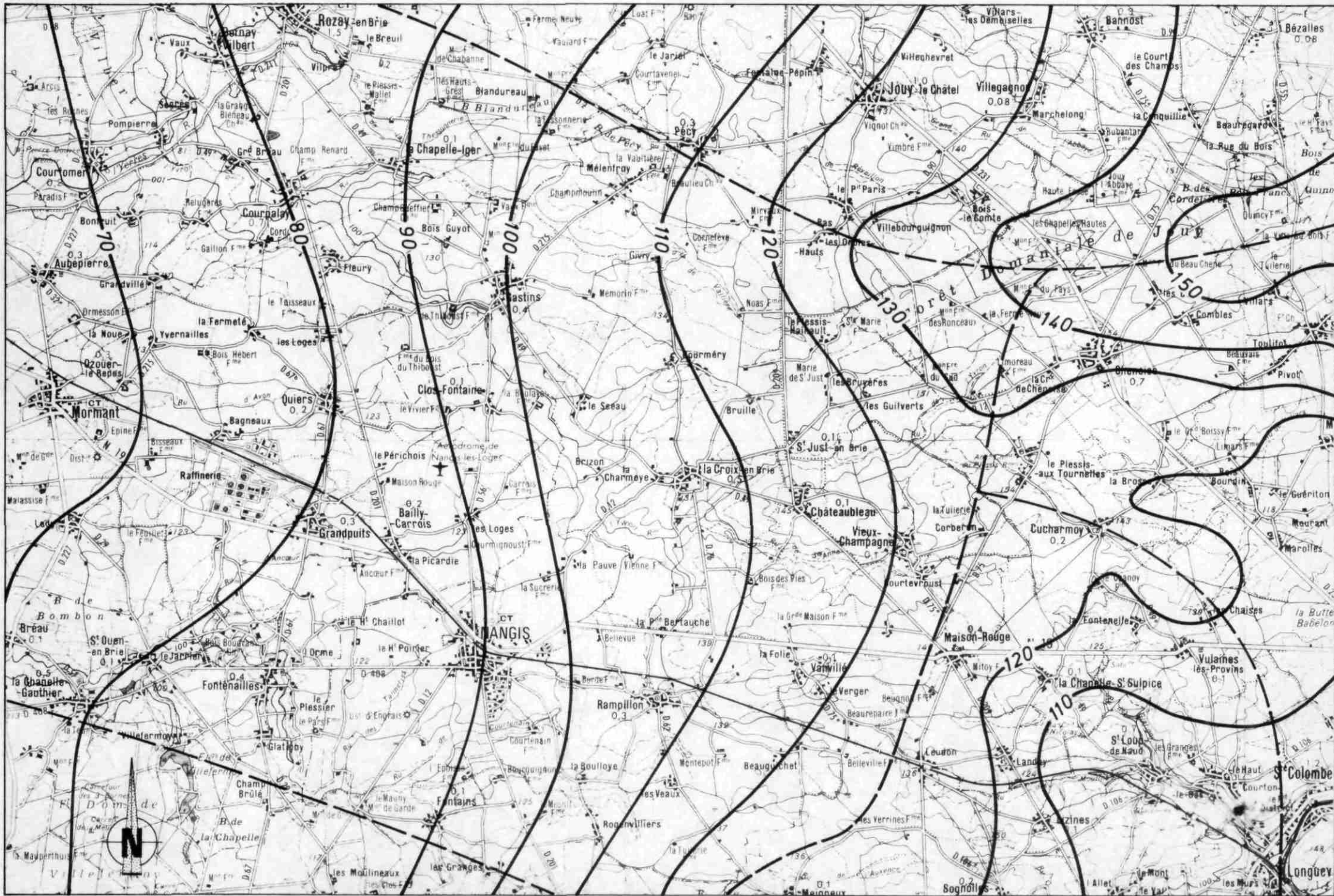
4.1 - PIEZOMETRIE GENERALE

Sur la figure V sont reportés les isohypses de la nappe de l'Eocène supérieur et moyen, tracés à partir d'un relevé synchrone de mars 1974.

La nappe s'écoule d'Est en Ouest suivant un gradient de 3 à 4 pour 1.000, sans perturbation décelable, si ce n'est au niveau des zones d'absorption de l'Yvron entre La Croix-en-Brie et Gastins, et au niveau du secteur sud-ouest de Nangis. Dans ces deux zones, l'alimentation forcée de l'aquifère forme un replat dans la surface piézométrique.

Il est intéressant de comparer les courbes isohypses de la nappe de l'Eocène à celle du toit des Marnes infraludiennes (fig. III) ; l'écoulement se calque sur la structure : à la crête piézométrique de la forêt de Jouy correspond une zone anticlinale, à un pendage est-ouest de 3 pour 1.000 correspond un gradient d'écoulement de 3 à 4 pour 1.000.

De plus, dans le secteur d'étude, bien que la piézométrie soit une piézométrie de hautes eaux (mois de mars), il apparaît que le Calcaire de Champigny au sens strict est le plus souvent dénoyé, le niveau piézométrique concordant avec la cote du toit des Marnes infraludiennes.



4.2 - VARIATIONS PIEZOMETRIQUES

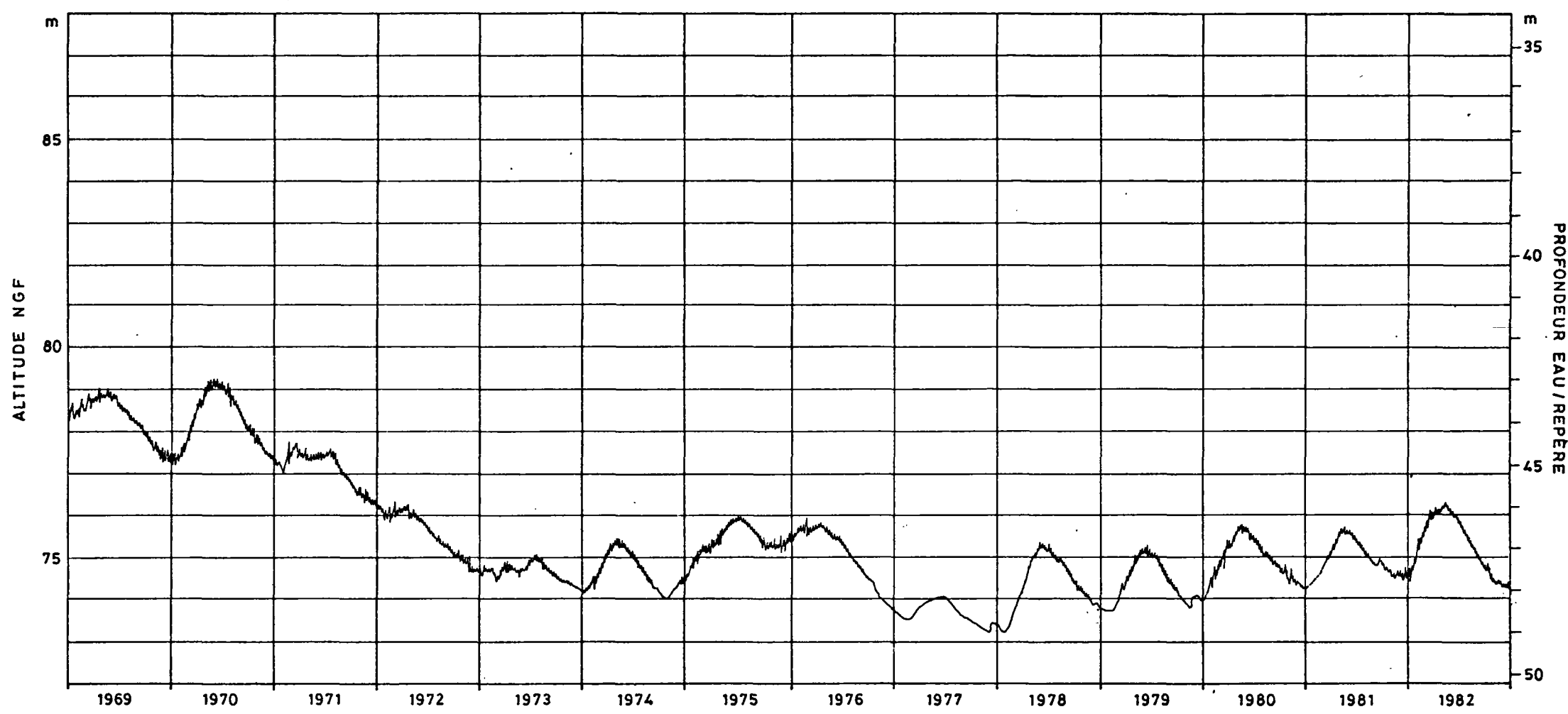
Le graphique de la figure VI présente les variations piézométriques de la nappe de l'Eocène supérieur et moyen, plus précisément du Calcaire de Saint-Ouen à Mormant, commune située à l'Ouest de Nangis, à l'aval du complexe industriel ELF - S.E.I.F.

Ce graphique conduit aux remarques suivantes :

- localement, la nappe du Calcaire de Saint-Ouen est en charge,
- la variation moyenne annuelle est de deux mètres,
- les variations interannuelles sont approximativement de trois à quatre mètres,
- la "surexploitation" de l'aquifère due à l'exhaure industrielle a créé une dépression de l'ordre de cinq mètres à compter de 1970, la nappe s'abaissant en-deçà des Marnes infraludiennes et devenant libre,
- la remontée sensible du niveau piézométrique à compter de 1978, est due à une pluviométrie efficace fortement excédentaire.

Fluctuation piézométrique de la nappe de l'Eocène supérieur et moyen

MORMANT - Ferme de TRIBOULEAU
(Indice B.R.G.M. : 259-1X-0064)



5. - LE SECTEUR D'ÉTUDE

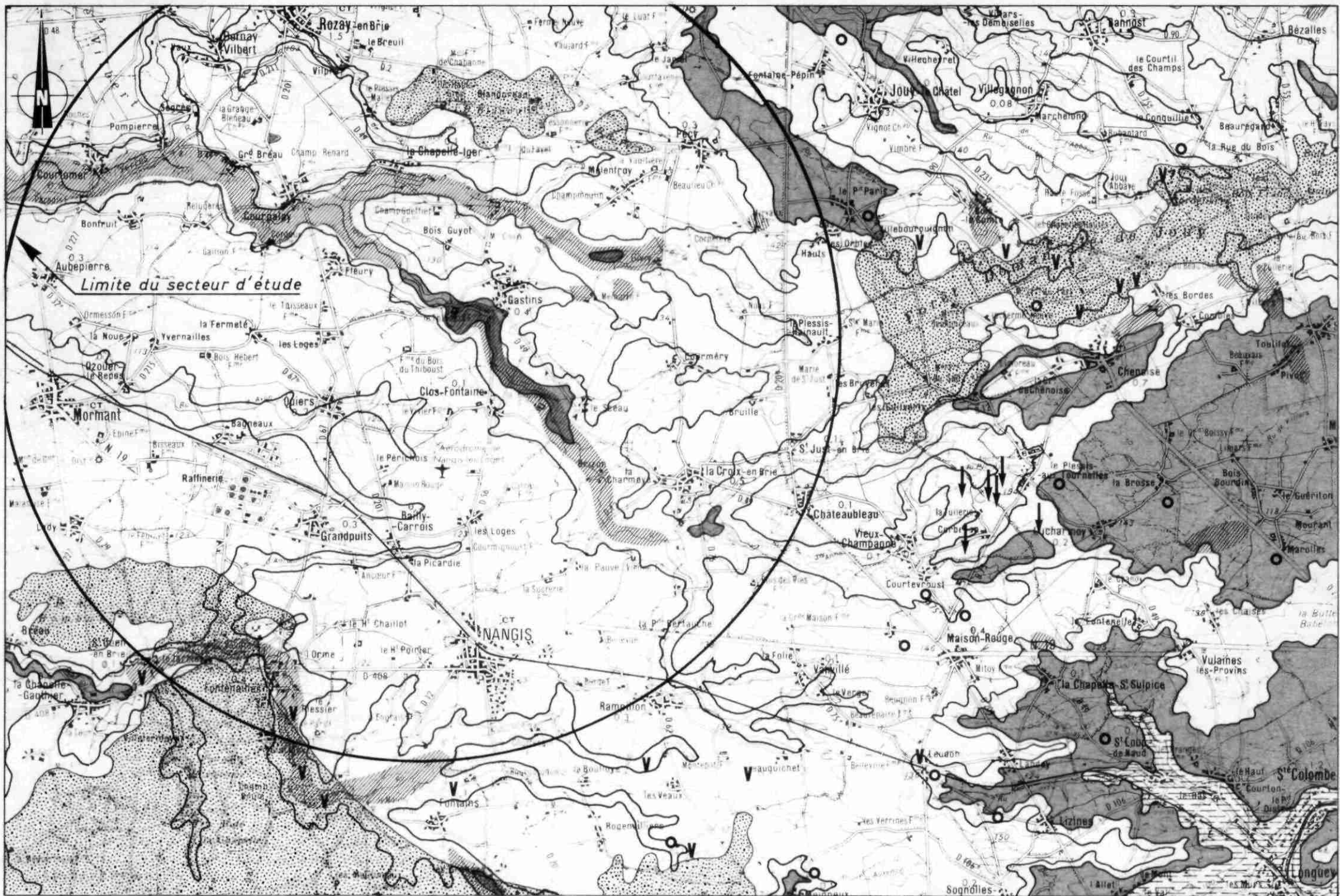
Le secteur d'étude qui s'étend entre Nangis et Rozay-en-Brie, est exclusivement occupé par des terres de grande culture à rotation classique : blé, maïs, betterave.

Comme le montre la figure VII, le plateau constitué par "la formation" de Brie est entaillé par deux ruisseaux affluents de l'Yerres, à l'Ouest, le ru d'Avon, ruisseau pérenne qui coule sur les Marnes vertes et supragypseuses, au Nord et à l'Est, l'Yvron, ruisseau temporaire dont la plus grande partie du cours repose soit sur les Marnes fortement érodées, soit sur le Calcaire de Champigny.

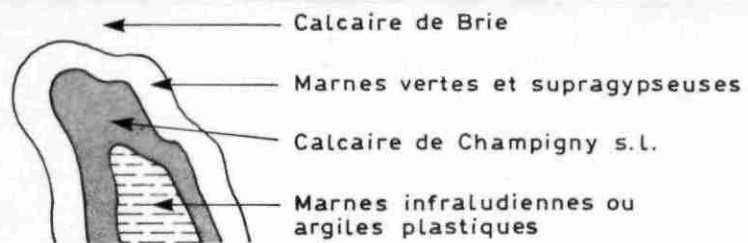
Au Sud du secteur d'étude, l'occupation des sols est surtout forestière ; par contre, vers le Nord et l'Est l'occupation est essentiellement rurale, hormis le secteur de la forêt domaniale de Jouy-le-Châtel.

A Nangis et à proximité même de cette ville, se sont implantées trois grosses industries :

- la sucrerie LESAFFRE,
- la raffinerie ELF,
- l'usine de fabrication d'engrais azoté S.E.I.F.



Echelle 1 / 100 000



← Calcaire de Brie

← Marnes vertes et supragypseuses

← Calcaire de Champigny s.l.

← Marnes infraludiennes ou argiles plastiques

↓ Puits ou forage absorbant

V Gouffre existant

V? Gouffre présumé

○ Dépression absorbante

Zone d'absorption

Zone de culture
Zone boisée

6. - LES POINTS D'EAU

Les différents points d'eau du secteur étudié sont reportés sur la carte à 1/100.000 de la figure VIII. Ils se répartissent de la manière suivante :

- CAPTAGES D'ADDUCTION D'EAU POTABLE

221.5X.0018	COURPALAY
221.6X.0005	GASTINS
221.7X.0008	SAINI-JUST-EN-BRIE
221.7X.0009	PECY
259.1X.0064	MORMANT
259.2X.0005	BAILLY-CARROIS
259.2X.0019, 0052	NANGIS
259.3X.0008	LA CROIX-EN-BRIE
259.3X.0009	CHATEAUBLEAU
259.3X.0012	RAMPILLON

- CAPTAGES D'ADDUCTION D'EAU INDUSTRIELLE

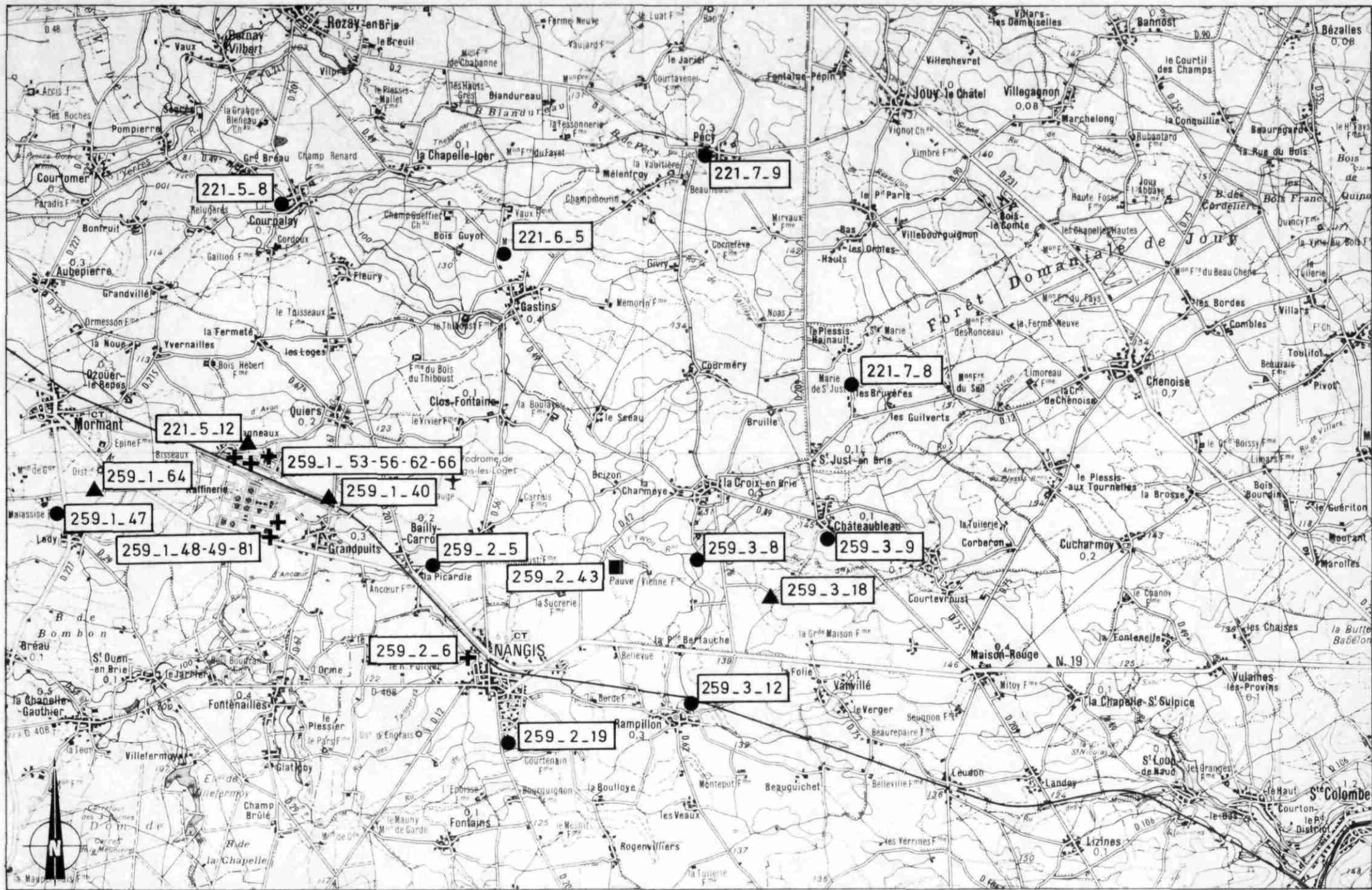
259.1X.0048/0049/0081	ELF
259.1X.0053/0056/0062/0066	S.E.I.F.
259.2X.0006	LESAFFRE

- CAPTAGE D'ADDUCTION D'EAU AGRICOLE (IRRIGATION)

259.2X.0043	LA CROIX-EN-BRIE
-------------	------------------

Situation des points d'eau

Fig. VIII



● Eau potable + Eau industrielle ■ Eau agricole ▲ Piézomètre

Echelle 1/100 000

- PIEZOMETRES

221.5X.0012

OZOUER-LE-REPOS

259.1X.0047

MORMANT

259.2X.0040

GRANDPUITS

259.3X.0018

LA CROIX-EN-BRIE

Le volume prélevé annuellement est de l'ordre de 5 millions de mètres cube, 20 % étant destiné à l'eau potable, 80 % à l'eau industrielle.

7. - AQUIFÈRES CAPTÉS PAR LES OUVRAGES D'ADDUCTION D'EAU POTABLE

Suivant les coupes géologiques et techniques des différents ouvrages, il est possible d'effectuer un classement en fonction de l'aquifère capté.

7.1 - AQUIFERE SUPERFICIEL (FORMATION DE BRIE)

P77105 RAMPILLON
P77144 MORMANT - Source Louise - 220.8X.0034 - Ancien captage A.E.P.
— BAILLY-CARROIS - Ancienne source captée pour l'A.E.P.

7.2 - AQUIFERE DU CALCAIRE DE CHAMPIGNY (NAPPE LIBRE)

P774 BAILLY-CARROIS
F7792 GASTINS
P7714 COURPALAY

7.3 - AQUIFERE DU CALCAIRE DE SAINT-OUEN (NAPPE LIBRE)

P77106 LA CROIX-EN-BRIE

7.4 - AQUIFERE DU CALCAIRE DE SAINT-OUEN (NAPPE CAPTIVE)

F77104 CHATEAUBLEAU
P7764 SAINT-JUST-EN-BRIE
P77107 MORMANT (semi-captif)

7.5 - AQUIFERE DU CALCAIRE LUTETIEN (NAPPE CAPTIVE)

F77103 PECY

Au plan hydrodynamique, il faut remarquer que le niveau piézométrique s'établit en-deçà du sommet des crépines ou des parois nues lorsque la nappe est libre (72-73), au-delà lorsque la nappe est captive (74-75), le cas extrême étant celui du forage de Pécy où le niveau piézométrique s'établit à 35 mètres au-dessus du sommet des crépines.

De plus, pour les ouvrages en nappe captive, l'exploitation actuelle est telle qu'elle ne dénoye pas la partie crépinée.

8. - HISTORIQUE DE LA MINÉRALISATION DES EAUX SOUTERRAINES

En vue de reconstituer l'historique de la minéralisation des eaux souterraines du secteur de Nangis, il a été procédé au dépouillement des archives du Laboratoire départemental de lutte antipollution de Seine-et-Marne, et des différentes études réalisées par le B.R.G.M. depuis 20 ans, les analyses chimiques des eaux ayant été, dans ce cas, effectuées soit par le laboratoire départemental, soit par celui du B.R.G.M.

Généralement, les analyses portent sur les éléments suivants : résistivité, pH, dureté, titre alcalimétrique (T.A., T.A.C.), chlorures, sulfates et nitrates.

Pour les ouvrages les plus anciens, les premières analyses datent de 1947/1949. De 1968 à 1975, on note une lacune des éléments majeurs, compensée cependant par la détermination constante de la résistivité (conductivité) et pour certains captages par des résultats ponctuels acquis lors d'études diverses.

8.1 - LA MINÉRALISATION GLOBALE (planche I hors texte)

Mesurée de façon systématique depuis les premières analyses, la résistivité est le meilleur indicateur de la minéralisation globale des eaux.

Pour des besoins de commodité, tous les résultats ont été transformés en micro siemens/cm (conductivité).

Les eaux les moins minéralisées sont celles captées par les ouvrages s'adressant aux aquifères protégés, Pécy, Saint-Just, Chateaubleau (400 à 500 $\mu\text{s}/\text{cm}$).

Les eaux les plus minéralisées ne sont pas forcément celles de la nappe de la "Formation de Brie", bien que la source de Bailly-Carrois ait eu une conductivité moyenne de 1175 $\mu\text{s}/\text{cm}$ de 1949 à 1959, mais celles captées dans le Calcaire de Champigny, libre, à proximité des zones d'absorption de l'Yvron ; c'est le cas, en particulier, de La Croix-en-Brie, Gastins et Courpalay.

Le fait caractéristique relatif aux mesures de conductivité, ressortant des droites de régression tracées à partir des historiques (Cf annexe 1), est une augmentation constante de la minéralisation des eaux, aussi bien des nappes libres que des nappes captives, de 1947 jusqu'à 1983.

L'alimentation des différents aquifères de la Brie s'effectue donc bien verticalement et latéralement, des zones libres vers les zones captives.

Suivant les résultats analytiques, le processus de minéralisation des aquifères captifs dû à des apports chimiques étrangers aux aquifères eux-mêmes, apports du type chlorures ou azote, est antérieur à 1945 ; il est lent et constant, aucune accentuation n'apparaissant sur les graphiques.

TABLEAU 1. - VALEURS DE CONDUCTIVITE
micro siemens/cm

Indice Informatique	Communes	Années	Nombre d'analyses	Moyenne	Minimum	Maximum	Valeur 1983
P77105	RAMPILLON	1959-1983	74	560	440	680	620
S77144	MORMANT	1947-1966	97	573	450	830	-
	BAILLY-CARROIS	1949-1959	10	1175	519	1670	-
P774	BAILLY-CARROIS	1961-1983	119	621	360	790	670
F7792	GASTINS	1949-1983	104	634	510	790	680
P7714	COURPALAY	1949-1983	94	685	550	990	730
P77106	LA CROIX-EN-BRIE	1954-1983	89	631	460	770 (1300)	710
F77104	CHATEAUBLEAU	1946-1983	85	529	410	620	570
P7764	SAINT-JUST-EN-BRIE	1950-1983	92	465	390	660	500
P77107	MORMANT	1966-1983	187	612	470	790	620
F77103	PECY	1949-1983	93	444	360	890	460

8.2 - LES CHLORURES (planche II hors texte)

Les chlorures sont généralement les signes avant-coureurs des pollutions chimiques dues à des rejets urbains ; tout enrichissement en chlorures sera à moyen terme un enrichissement en azote.

Comme pour la minéralisation globale, ce sont les eaux des nappes libres qui sont actuellement les plus riches en chlorures : Rampillon, La Croix-en-Brie, Courpalay, Gastins. (35 à 50 mg/l).

L'ouvrage de Mormant, qui capte le Calcaire de Saint-Ouen semi-captif, distribue des eaux dont le taux de chlorures, voisin de 40 mg/l, est proche de celui des nappes libres. Une telle teneur laisse présager une augmentation à court terme de la teneur en azote (25 mg/l actuellement).

Dans les nappes captives, la teneur actuelle est de l'ordre de 20 mg/l : Saint-Just -en-Brie, Chateaubleau ; dans celles fortement captives, Pécy, la teneur moyenne n'est que de 10 mg/l.

En dehors de Chateaubleau, Saint-Just et Pécy, qui montrent une certaine stabilisation de la teneur en chlorures au fil des ans, les autres eaux distribuées présente une augmentation constante de leur taux de chlorures depuis 1947-1949, la plus forte, de 20 à 50 mg/l, étant notée à Rampillon et La Croix-en-Brie (Cf graphiques en annexe II).

TABLEAU 2. - TENEURS EN CHLORURES

mg/l

Indice	Communes	Années	Nombre d'analyses	Moyenne	Minimum	Maximum	Valeur 1983
P77105	RAMPILLON	1954-1983	47	36	20	53	45
S77144	MORMANT	1946-1963	76	28	10	52	-
	BAILLY-CARROIS	1949-1959	10	108	80	125	-
P774	BAILLY-CARROIS	1961-1983	89	37	16	51	40
F7792	GASTINS	1949-1983	69	31	20	41	35
P7714	COURPALAY	1944-1983	65	40	23	67	45
P77106	LA CROIX-EN-BRIE	1954-1983	52	39	2	101	52
F77104	CHATEAUBLEAU	1946-1983	57	20	13	30	21
P7764	SAINT-JUST-EN-BRIE	1950-1983	67	22	16	32	22
P77107	MORMANT	1966-1983	93	39	28	56	40
F77103	PECY	1949-1983	57	12	7	20	10

8.3 - LES NITRATES (planche III hors texte)

Le schéma hydrogéologique de la figure IX sur lequel sont reportées les teneurs moyennes en nitrates des eaux souterraines pour l'année 1983, montre le rôle primordial joué par l'écran argilo-marneux des Marnes infraludiennes sur l'enrichissement en azote des aquifères profonds de la Brie.

En nappe libre, que ce soit dans la "formation de Brie" à Rampillon, dans le Calcaire de Champigny à Courpalay, Gastins et Bailly-Carrois ou dans le Calcaire de Saint-Ouen à La Croix-en-Brie, le taux de nitrates est égal ou supérieur à 50 mg/l.

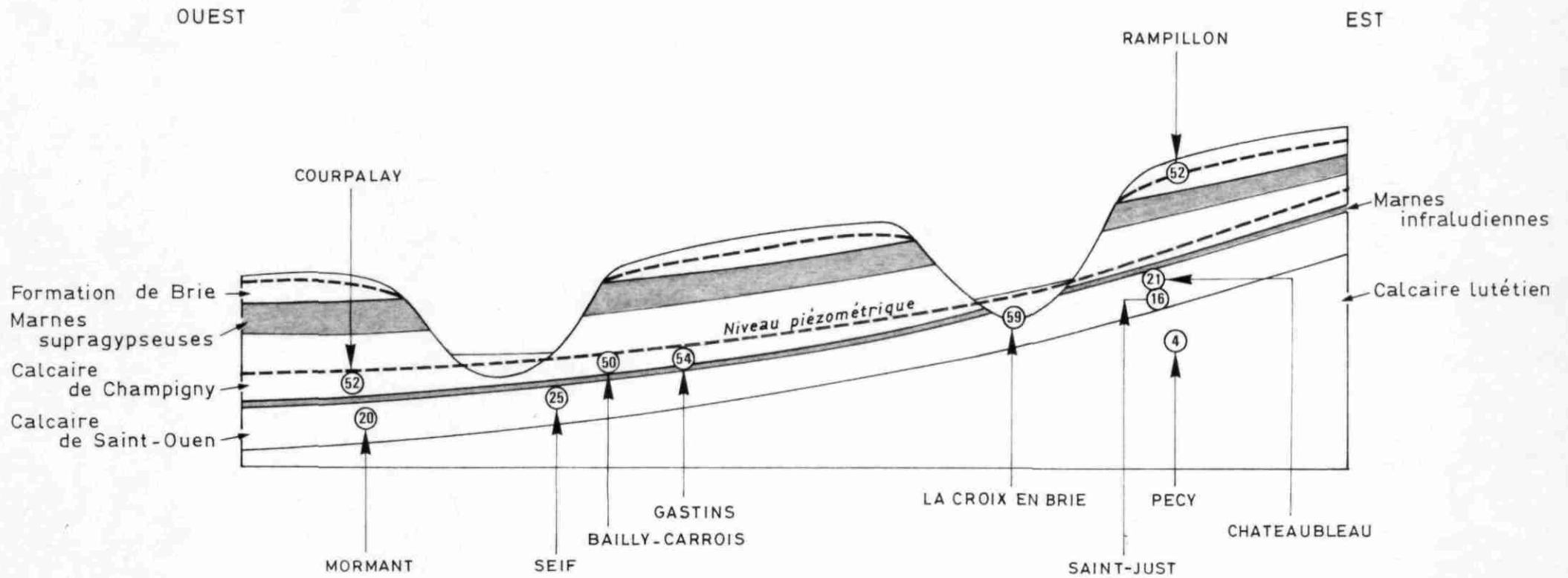
En nappe captive ou semi-captive dans le Calcaire de Saint-Ouen à Chateaubleau, Saint-Just, Grandpuits - S.E.I.F. et Mormant, le taux est voisin de 20 mg/l avec une légère tendance vers 25 mg/l en aval-écoulement.

En nappe fortement captive dans le Calcaire lutétien à Pécy, le taux de nitrates est inférieur à 5 mg/l.

Cependant, en dehors de Pécy, tous les graphiques d'évolution des teneurs en nitrates montrent qu'il y a eu enrichissement en azote des eaux souterraines, en nappe libre, bien avant 1940, en nappe captive, au moins depuis 1950 (Cf fig. X et annexe III).

Pour l'aquifère du Calcaire de Saint-Ouen cet enrichissement peut s'effectuer soit par drainance au travers des Marnes infraludiennes à partir du Calcaire de Champigny, soit latéralement depuis les zones affleurantes de la haute vallée de l'Yvron.

SCHÉMA HYDROGÉOLOGIQUE DU PLATEAU NORD DE NANGIS
Nitrates dans les eaux souterraines - Teneurs moyennes 1983 (mg/l)



Jusqu'en 1965-1967, ce phénomène était naturel, eu égard aux faibles volumes destinés à l'alimentation en eau potable des communes. Par contre, depuis cette date, les trois à quatre millions de mètres cube prélevés chaque année, ponctuellement à l'aplomb du complexe industriel dans l'aquifère du Calcaire de Saint-Ouen, ont pu accélérer le processus d'enrichissement.

Il faut aussi remarquer qu'en vingt ans, le taux d'azote a doublé aussi bien dans les nappes libres que dans les nappes captives ; dans les premières, il est passé de 25 à 50 mg/l, dans les secondes de 10 à 20 mg/l.

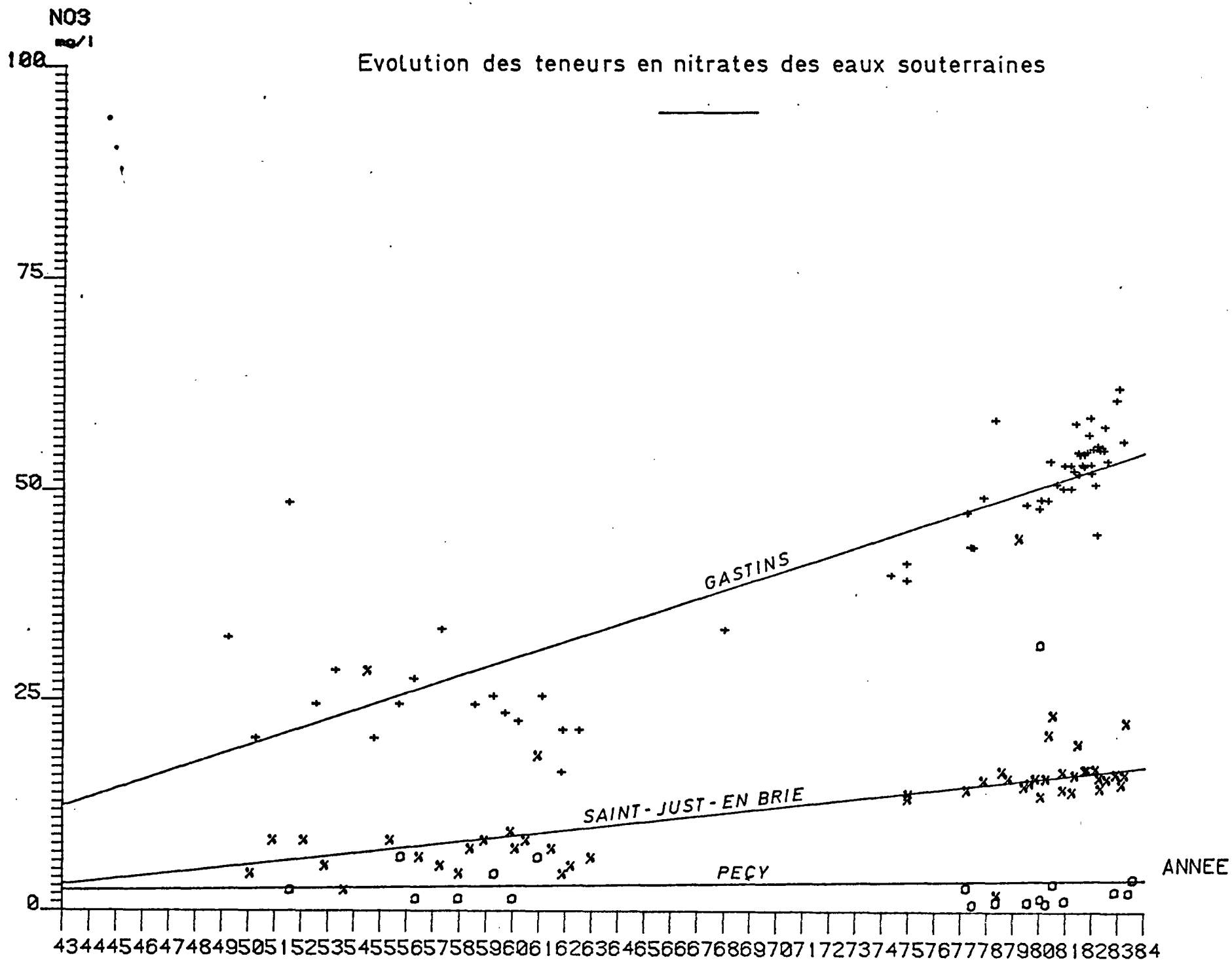
TABLEAU 3. - TENEURS EN NITRATES

mg/l

Indice Informatique	Communes	Années	Nombre d'analyses	Moyenne	Minimum	Maximum	Valeur 1983
P77105	RAMPILLON	1954-1983	36	38	14	63	52
S77144	MORMANT	1946-1963	72	37	15	68	-
	BAILLY-CARROIS	1949-1959	10	118	64	240	-
P774	BAILLY-CARROIS	1961-1983	87	37	11	52	50
F7792	GASTINS	1949-1983	61	44	16	62	54
P7714	COURPALAY	1944-1983	58	42	12	91	52
P77106	LA CROIX-EN-BRIE	1954-1983	41	39	12	77	59
F77104	CHATEAUBLEAU	1946-1983	48	17	4	28	21
P7764	SAINT-JUST-EN-BRIE	1950-1983	59	13	2	23	16
P77107	MORMANT	1966-1983	93	18	2	35	20
F77103	PECY	1949-1983	20	3,5	1	6	4

Fig. X

Evolution des teneurs en nitrates des eaux souterraines



9. - CONCLUSIONS

L'étude hydrogéologique du secteur nord de Nangis a mis en évidence le rôle primordial joué, tant au plan hydrodynamique qu'au plan hydrochimique, par une assise argilo-marneuse de quelques mètres d'épaisseur, les Marnes infraludiennes.

A partir de l'interprétation des coupes géologiques des nombreux sondages réalisés en Brie française, le toit de ces Marnes a pu être tracé avec une précision de plus ou moins cinq mètres.

En fonction de cette structure, il était alors possible de fixer avec exactitude les aquifères captés par chacun des ouvrages d'adduction d'eau potable du secteur, ainsi que l'état libre ou captif de ces aquifères.

Le dépouillement des analyses archivées au laboratoire départemental de Seine-et-Marne et de celles figurant dans différents rapports, a permis d'établir l'historique chimique des eaux souterraines de 1947 à 1983.

Il est apparu que la minéralisation globale des eaux était en augmentation constante aussi bien pour les nappes libres que pour les nappes captives, sur la période considérée, et que, contrairement à ce que l'on pensait jusqu'à présent, le processus de minéralisation des eaux des aquifères captifs était amorcé antérieurement à 1947.

En ce qui concerne l'azote, l'enrichissement des eaux souterraines des nappes libres a débuté bien avant 1947, celui des nappes captives probablement vers 1950.

Actuellement, le taux moyen en nitrates des nappes libres est de l'ordre de 50 mg/l, celui des nappes captives de 20 mg/l.

Les analyses chimiques et isotopiques, ainsi que les dosages de gaz dissous programmés dans la deuxième partie de l'étude, permettront d'établir, s'il existe ou non, un processus de dénitrification dans le passage des aquifères de l'état libre à l'état captif.

Si ce processus existe, il retarde l'enrichissement en azote ; s'il est absent, il est vraisemblable que de la même façon qu'il a fallu vingt ans pour que la teneur en nitrates des eaux des nappes libres passe de 25 à 50 mg/l, il faudra peut être vingt ans ou moins, si les prélèvements s'accroissent, pour que celle des eaux des nappes captives atteigne 50 mg/l.

En conclusion, il apparaît, dès maintenant, qu'une modélisation intégrant les historiques pluviométriques, piézométriques et hydrochimiques, ainsi que ceux relatifs aux prélèvements, devrait permettre de fixer à moyen et long termes, en fonction des scénarios d'exploitation actuels et futurs, la teneur en azote des eaux souterraines de la Brie.

ANNEXE I

CONDUCTIVITÉ

RAMPILLON

P77105

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm

800

700

600

500

400

300

200

100

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

MORMANT

S77144

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm

800

700

600

500

400

300

200

100

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

BAILLY-CARROIS

P774

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm

800

700

600

500

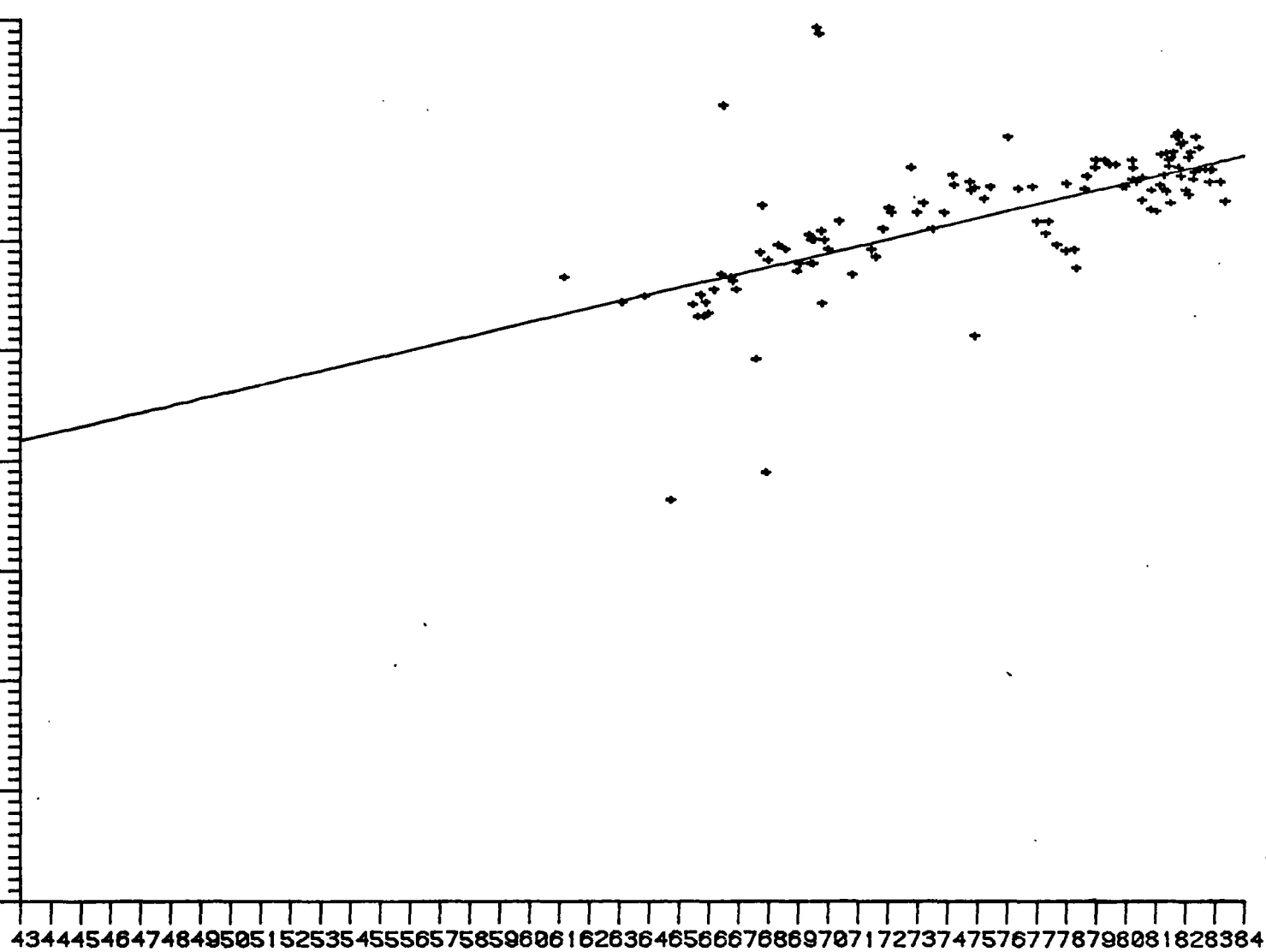
400

300

200

100

0



ANNEE

GASTINS

F7792

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm

800

700

600

500

400

300

200

100

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

COURPALAY

P7714

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm

800

700

600

500

400

300

200

100

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

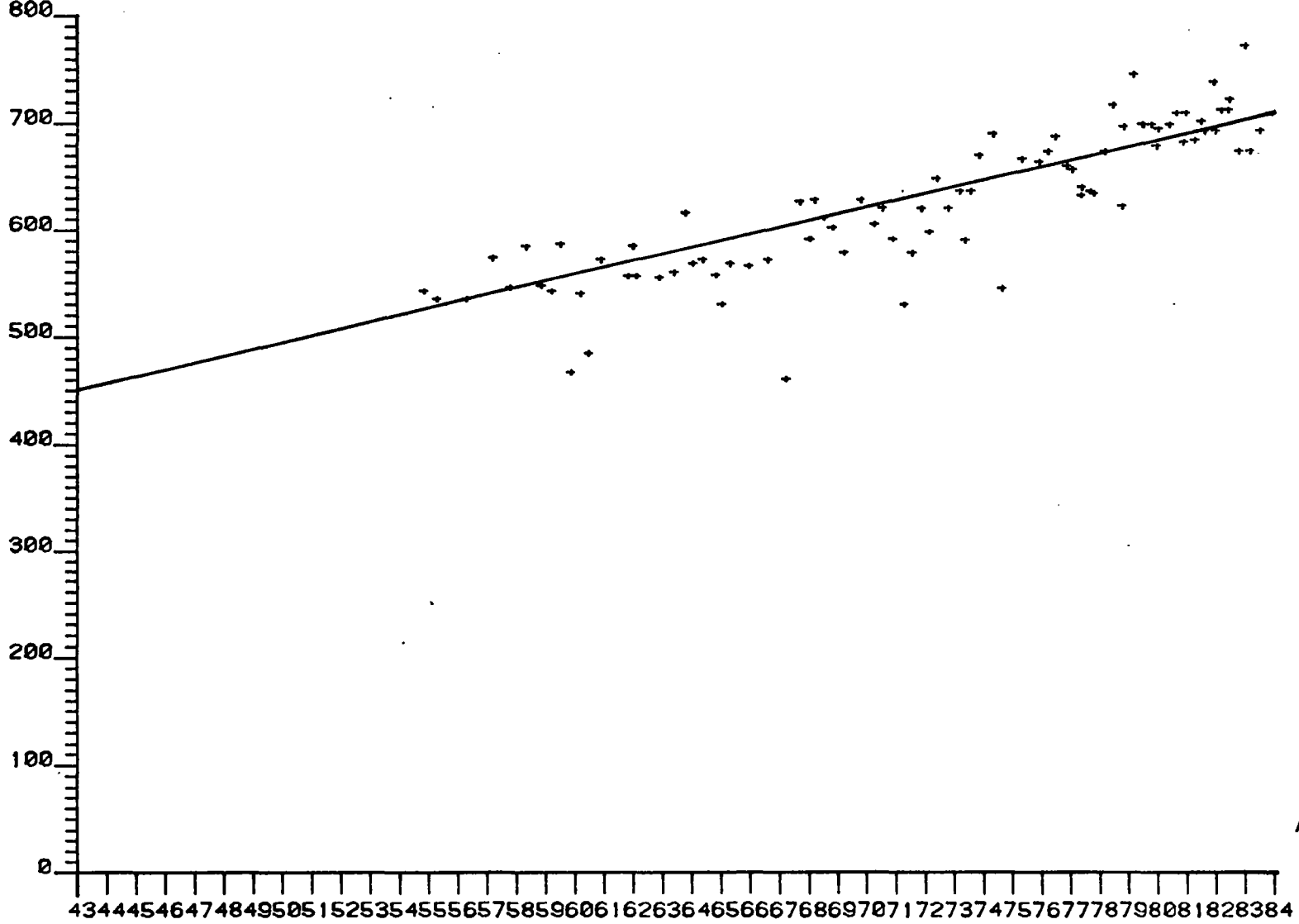
ANNEE

CROIX-EN-BRIE (LA) P77106

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm



ANNEE

CHATEAUBLEAU

F77104

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm

600

700

600

500

400

300

200

100

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

SAINT-JUST-EN-BRIE P7764

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE

microS/cm

800

700

600

500

400

300

200

100

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

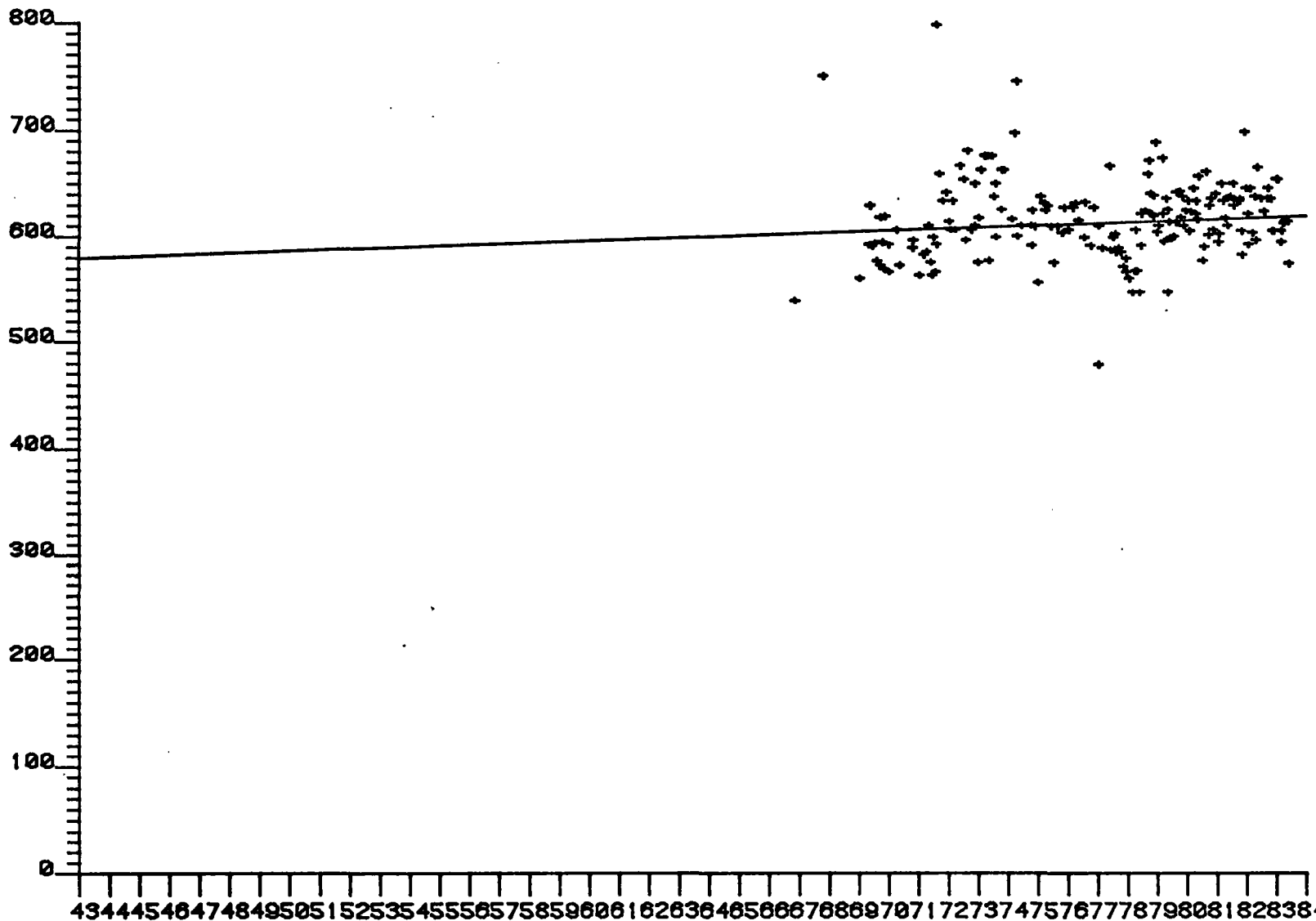
ANNEE

MORMANT

P77107

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE
microSIEMENS/cm



ANNEE

PECY

F77103

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE
microS/cm

800
700
600
500
400
300
200
100
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

RAPPORT No :

BRGM - SGR - JDF

ANNEXE 1. - 10 -

PECY

F77103

ETUDE CCE AZOTE

CONDUCTIVITE
microS/cm

800
700
600
500
400
300
200
100
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

ANNEXE 11

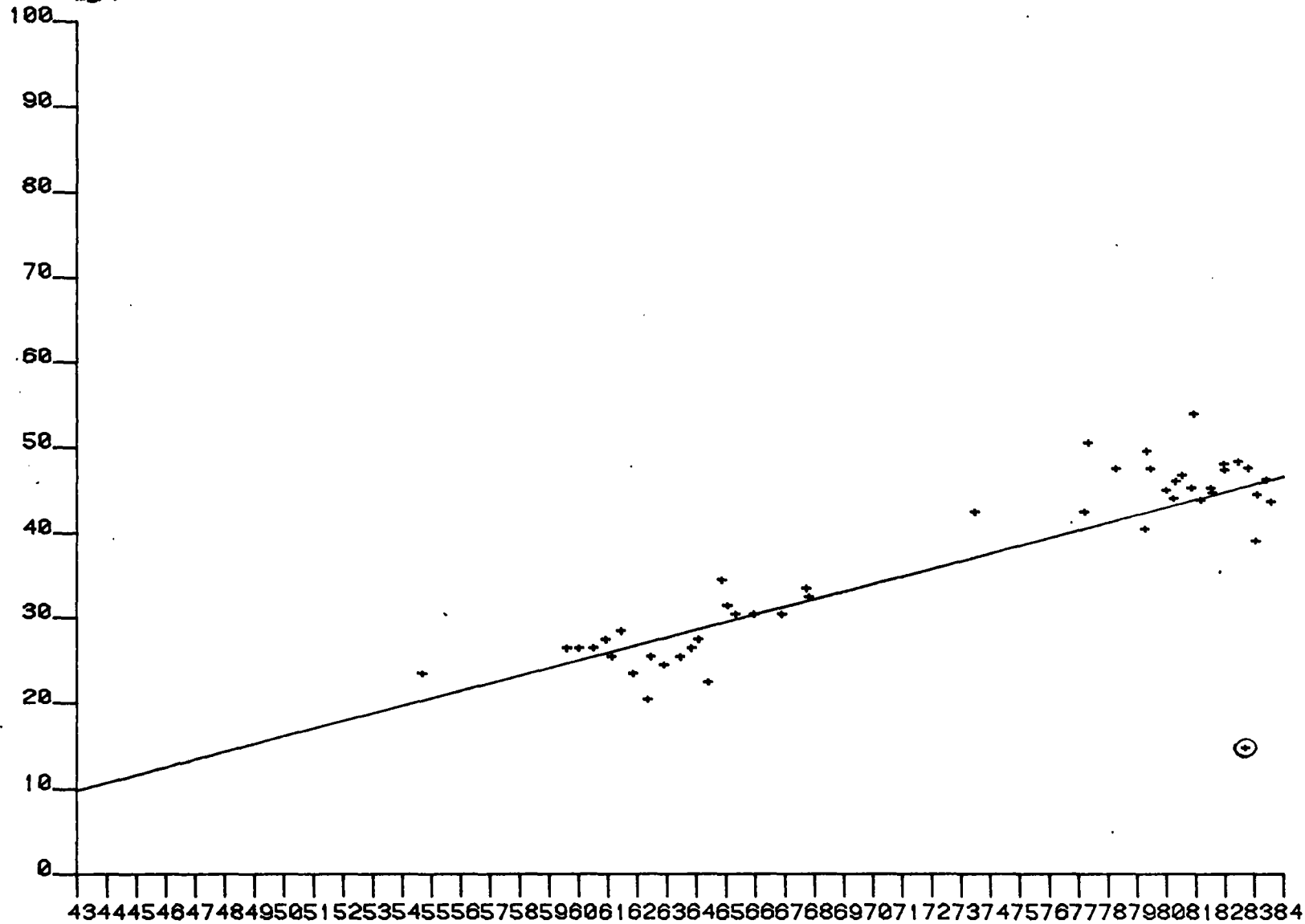
CHLORURES

RAMPILLON

P77105

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES
mg/l



ANNEE

MORMANT

S77144

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES
mg/l

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

BAILLY-CARROIS

P774

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES

mg/l

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

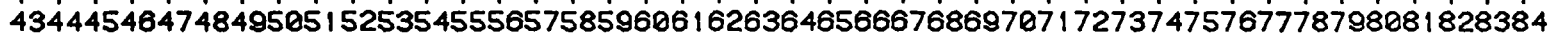
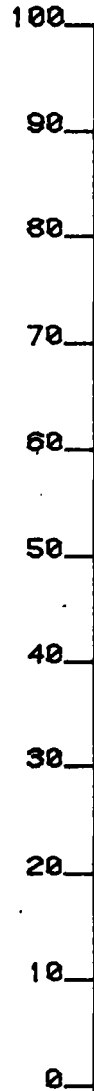
GASTINS

F7792

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES

mg/l



ANNEE

COURPALAY

P7714

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES
mg/l

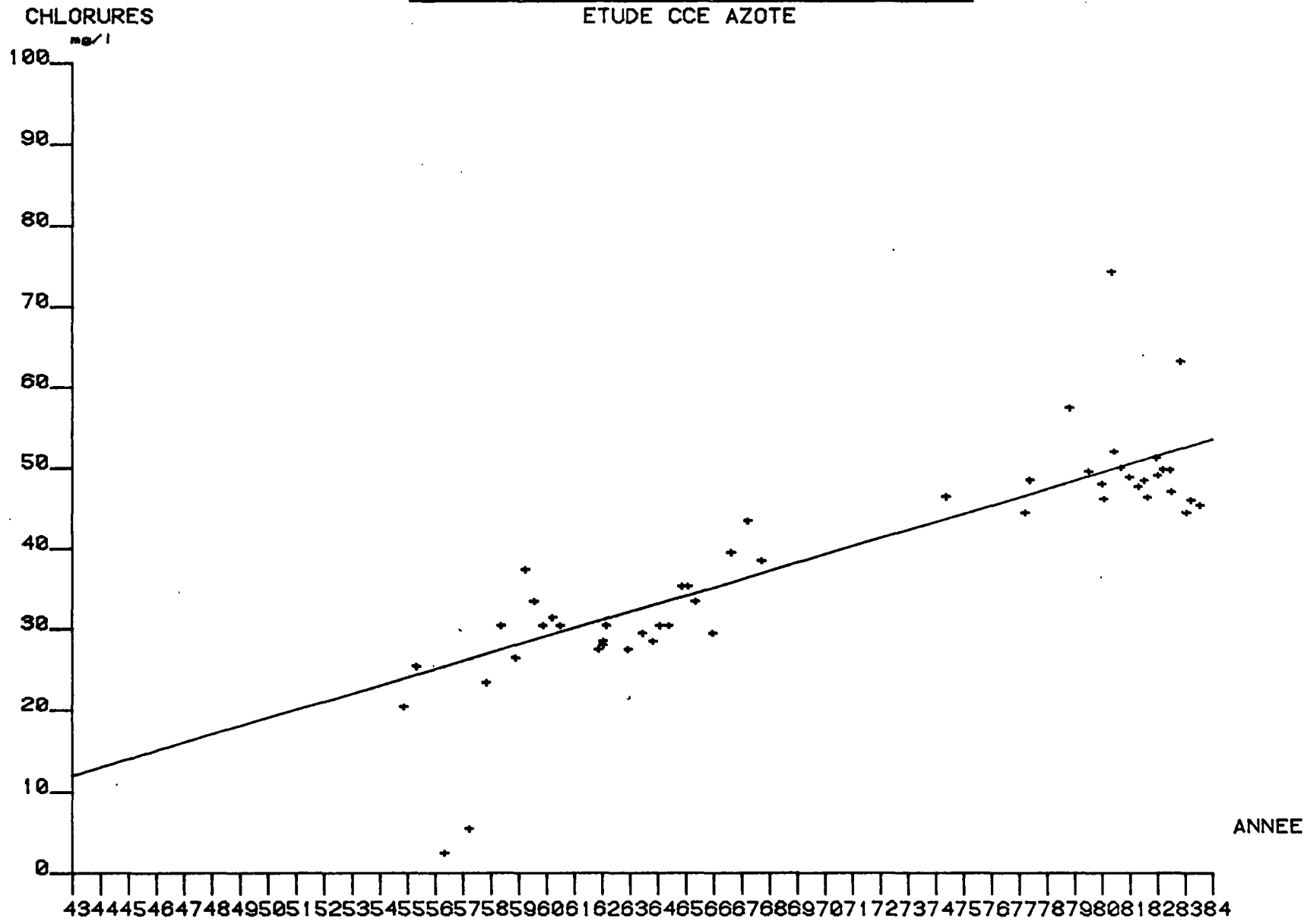
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

CROIX-EN-BRIE (LA) P77106

ETUDE CCE AZOTE



CHATEAUBLEAU

F77104

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES
mg/l

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

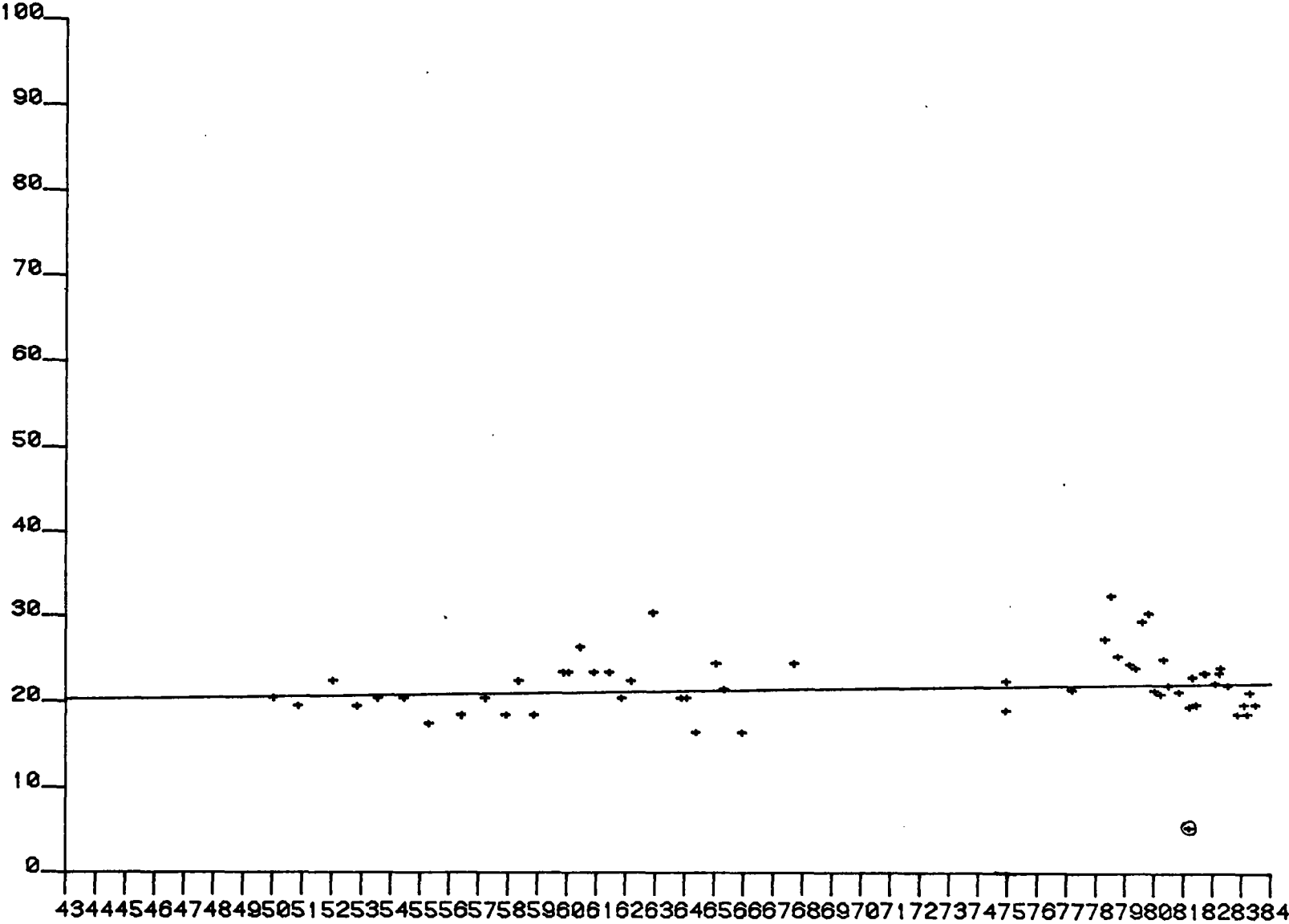
ANNEE

SAINT-JUST-EN-BRIE P7764

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES

mg/l



⊕ ANNEE

MORMANT

P77107

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES

mg/l

100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

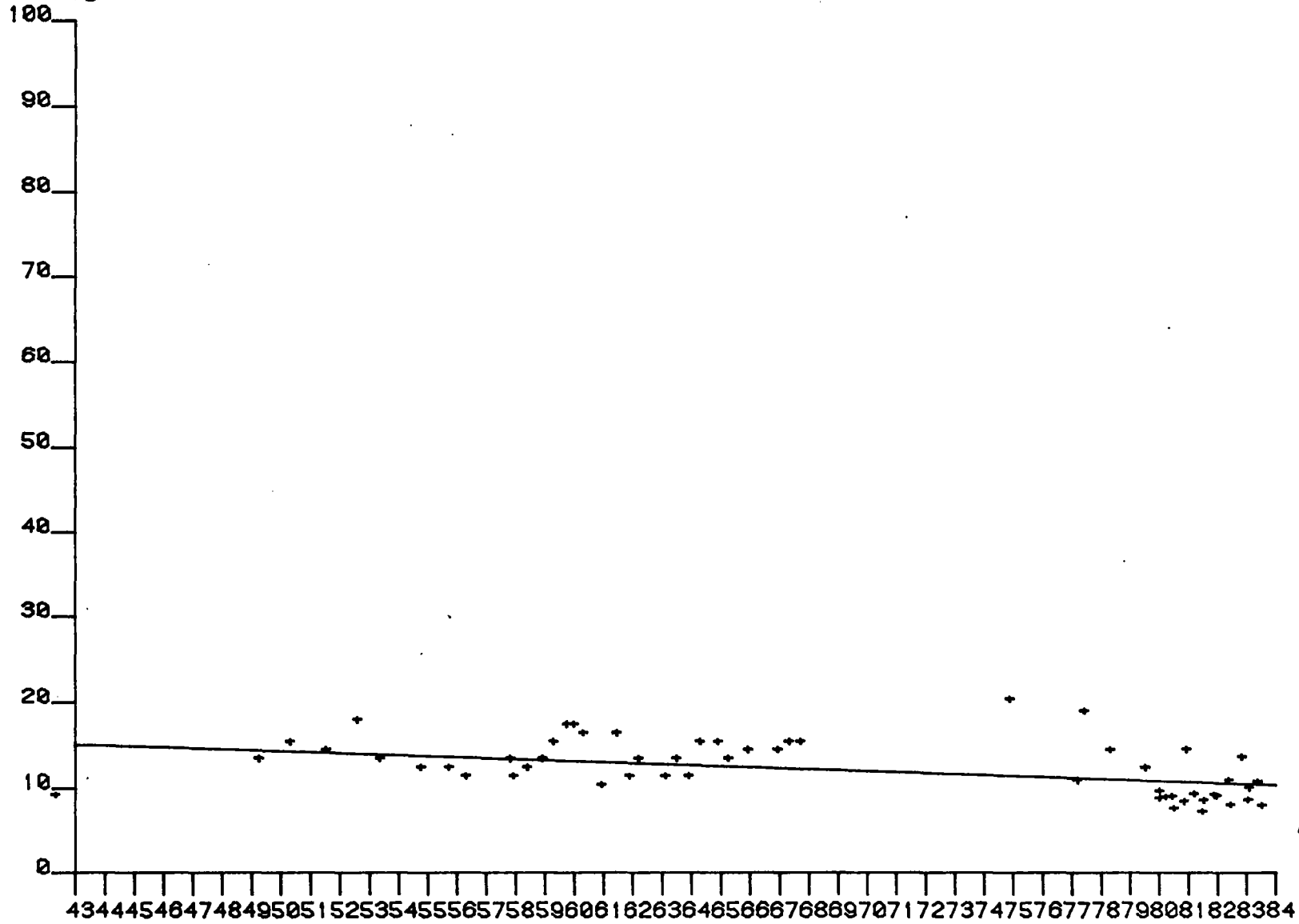
ANNEE

PECY

F77103

ETUDE CCE AZOTE

CHLORURES
mg/l



ANNEE

ANNEXE III

NITRATES

RAMPILLON

P77105

ETUDE CCE AZOTE

N03
mg/L

100

75

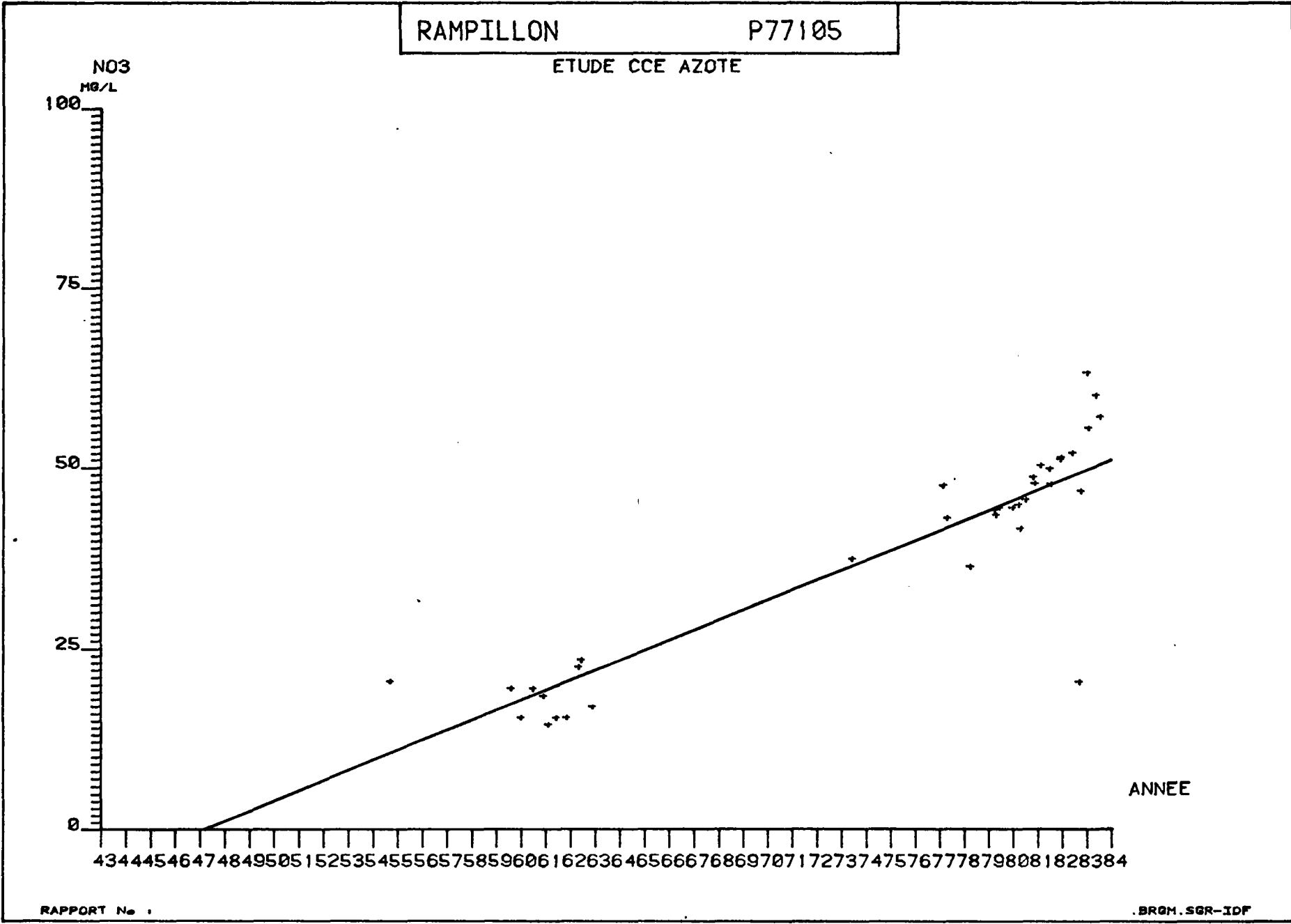
50

25

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE



MORMANT S7714

ETUDE CCE AZOTE

NO3
MG/L

100

75

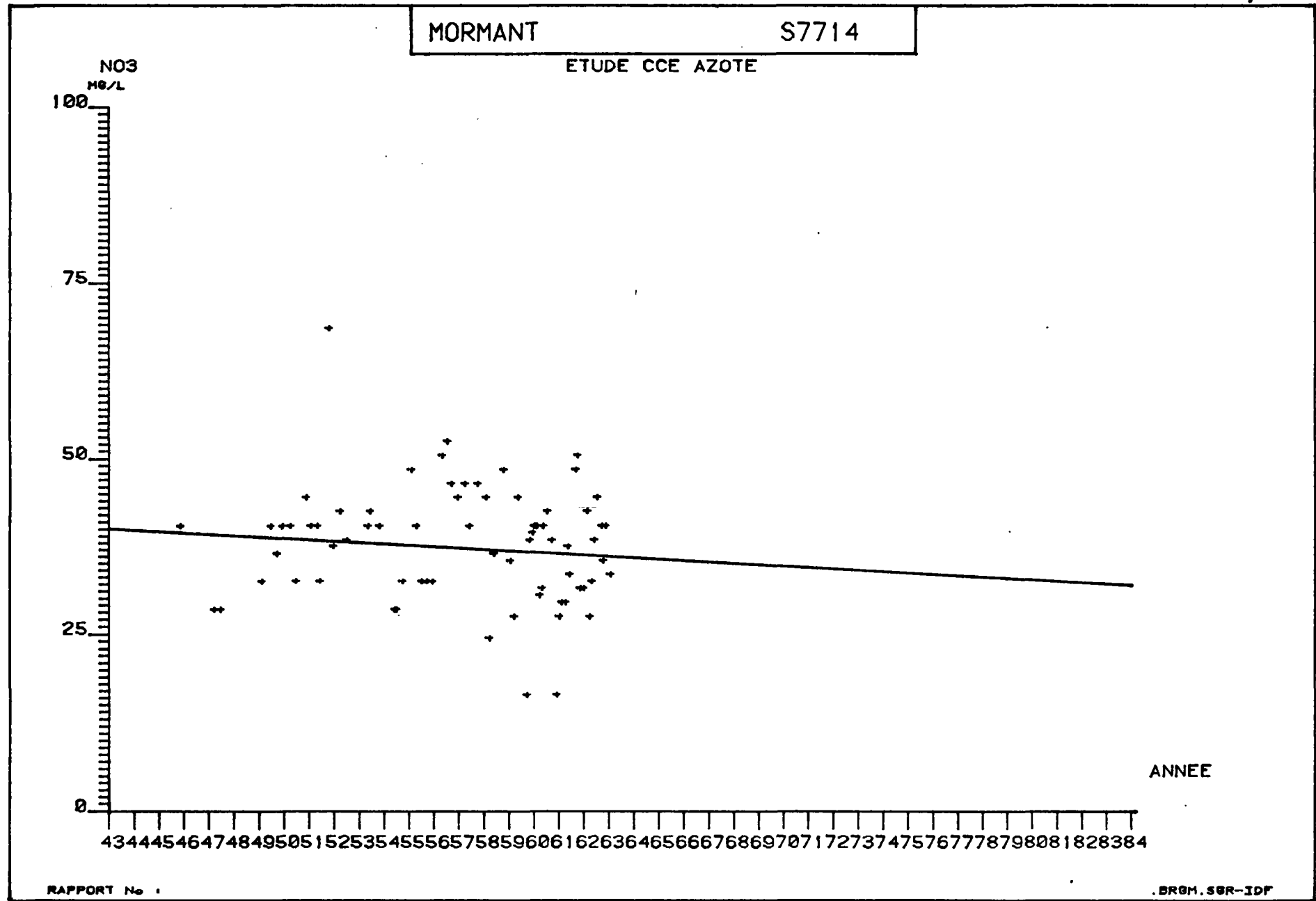
50

25

0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

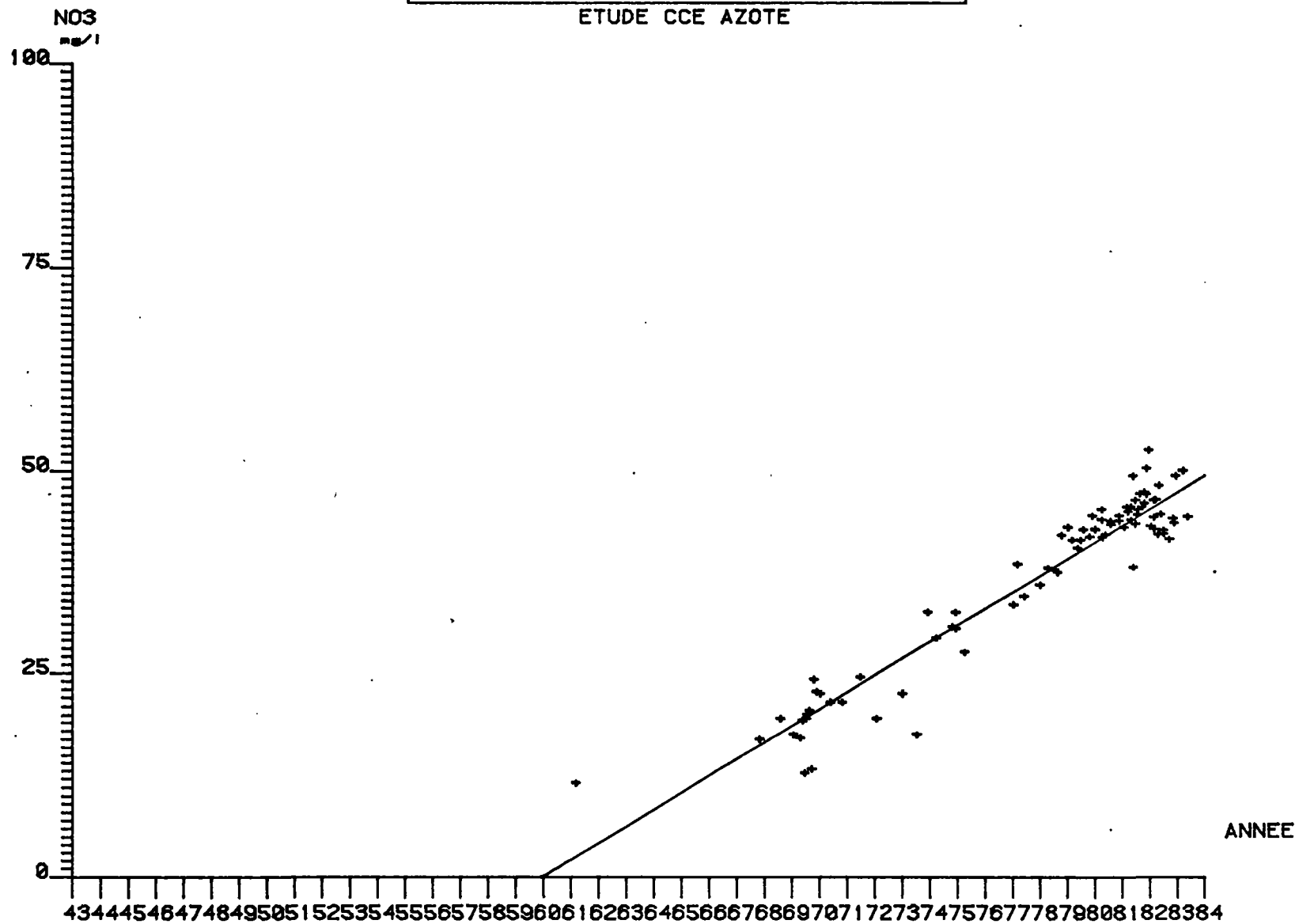
ANNEE



BAILLY-CARROIS

P774

ETUDE CCE AZOTE



GASTINS

F7792

ETUDE CCE AZOTE

NO3
mg/L

100

75

50

25

0

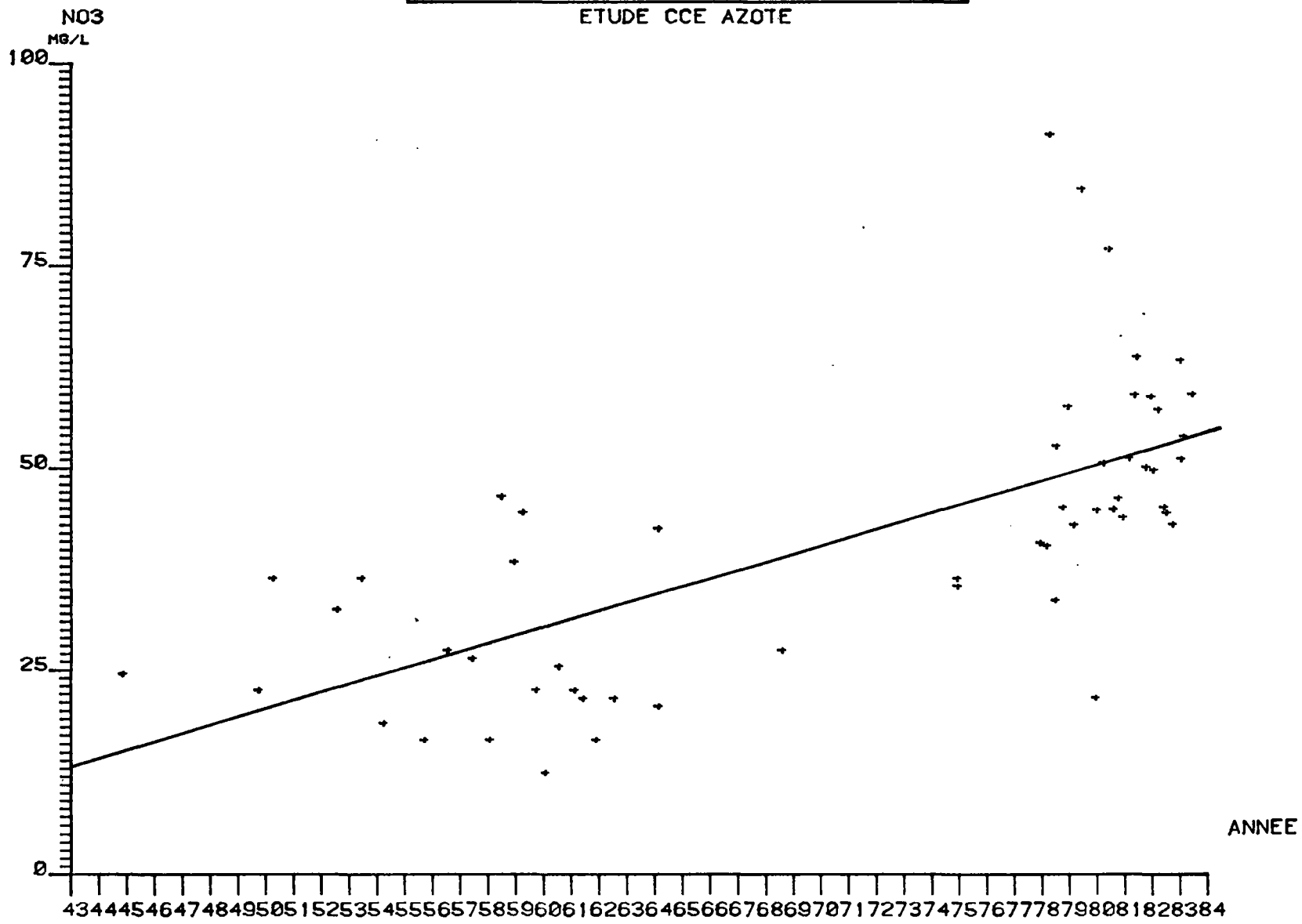
43445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

ANNEE

COURPALAY

P7714

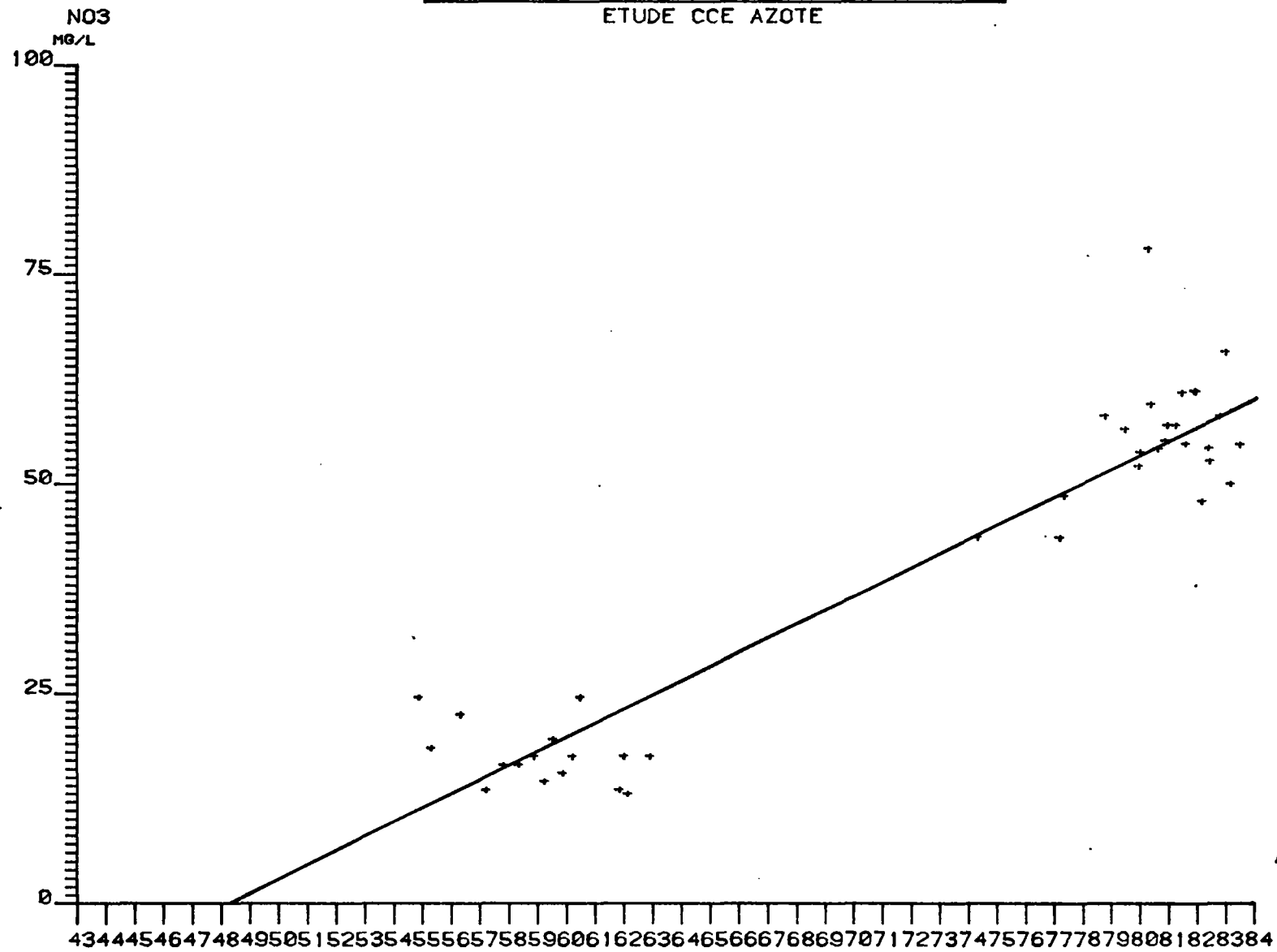
ETUDE CCE AZOTE



ANNEE

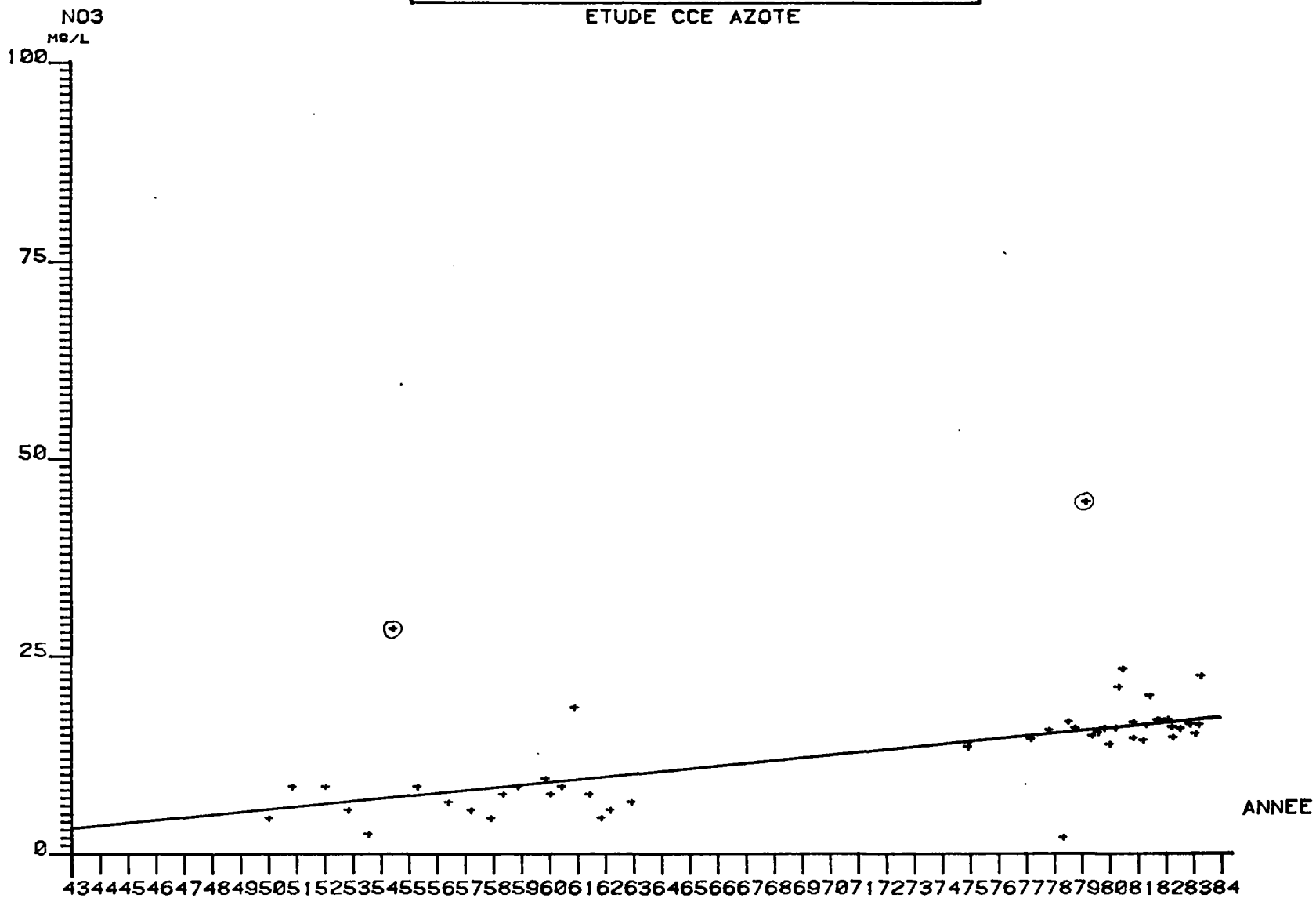
CROIX-EN-BRIE (LA) P77106

ETUDE CCE AZOTE



SAINT-JUST-EN-BRIE P7764

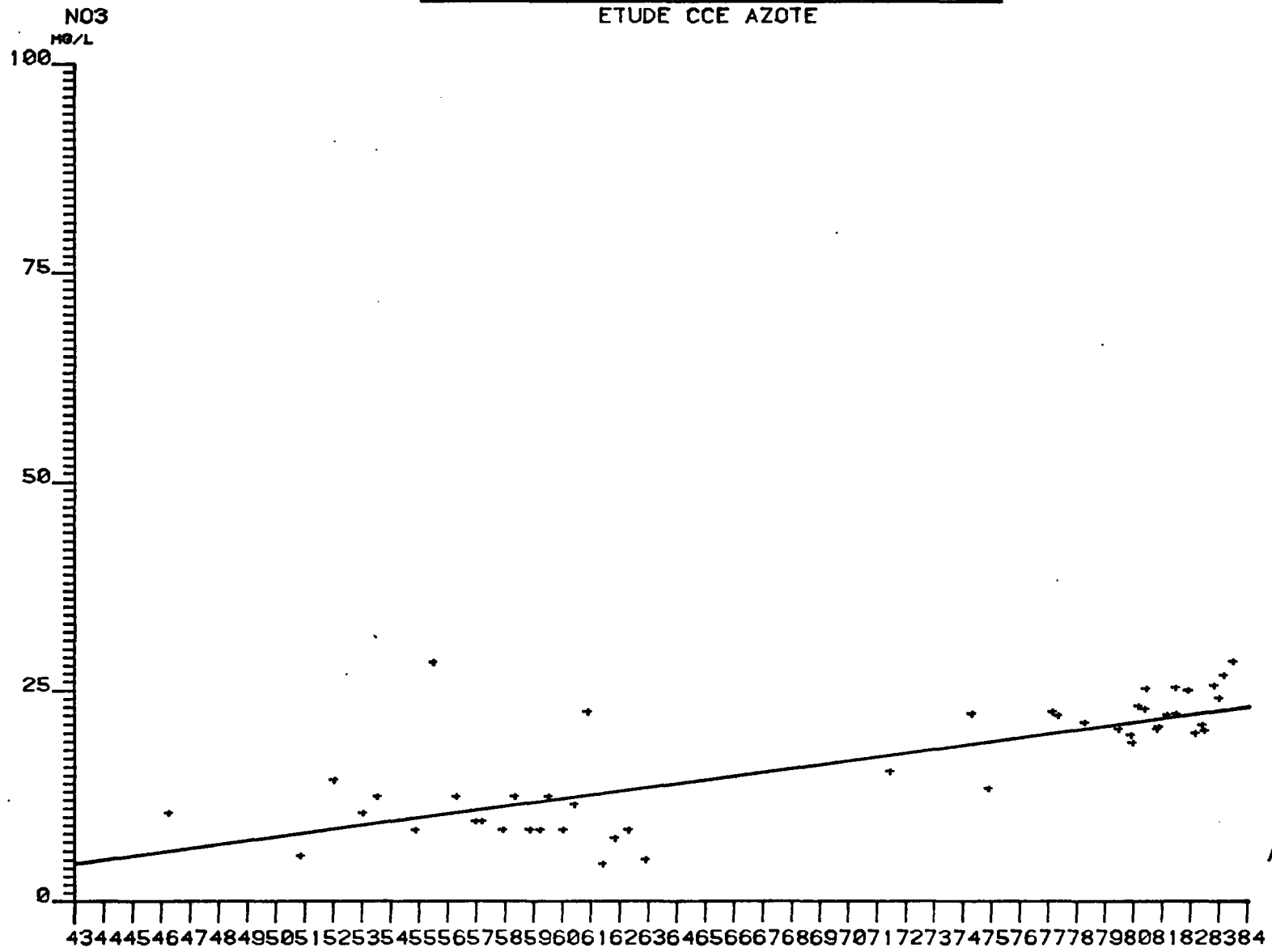
ETUDE CCE AZOTE



CHATEAUBLEAU

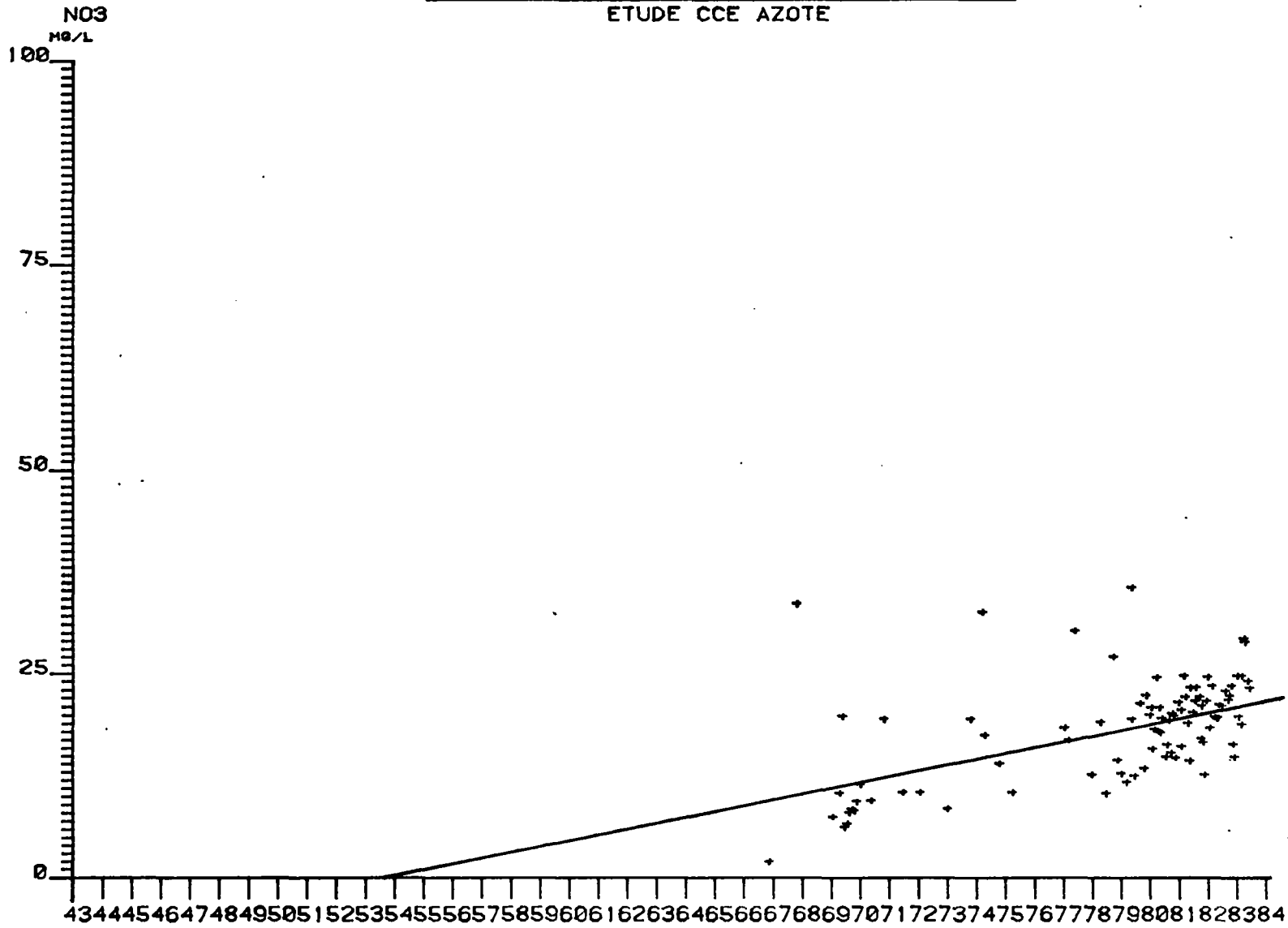
F77104

ETUDE CCE AZOTE



MORMANT P7710

ETUDE CCE AZOTE



ANNEE

PECY

F7710

ETUDE CCE AZOTE

NO3
MG/L

100

75

50

25

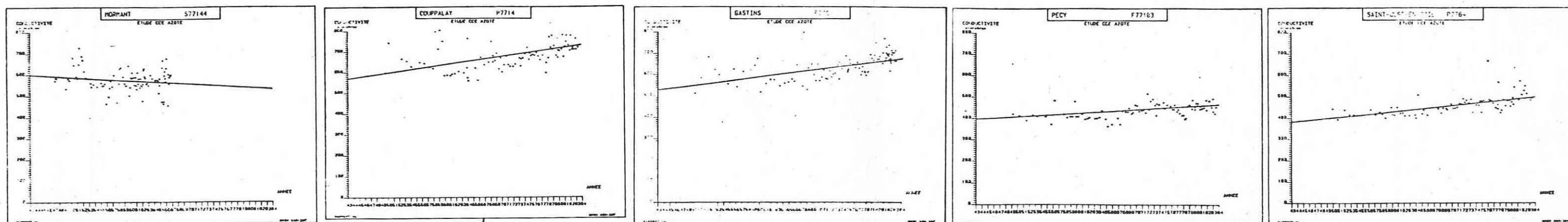
0

434445464748495051525354555657585960616263646566676869707172737475767778798081828384

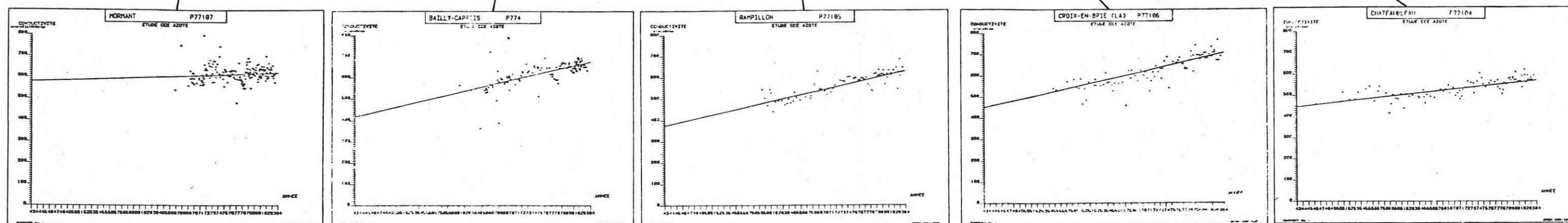
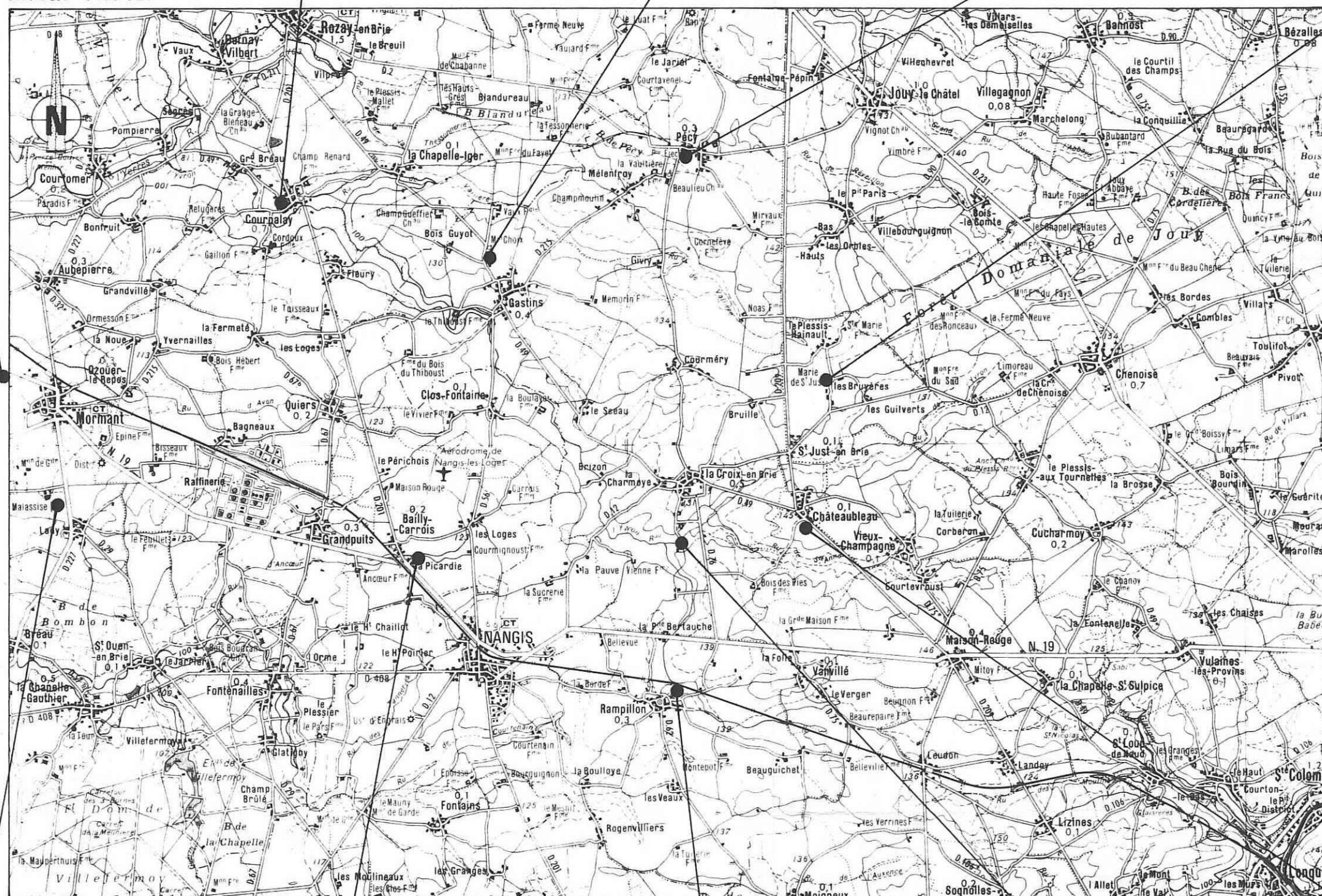
⊕

ANNEE

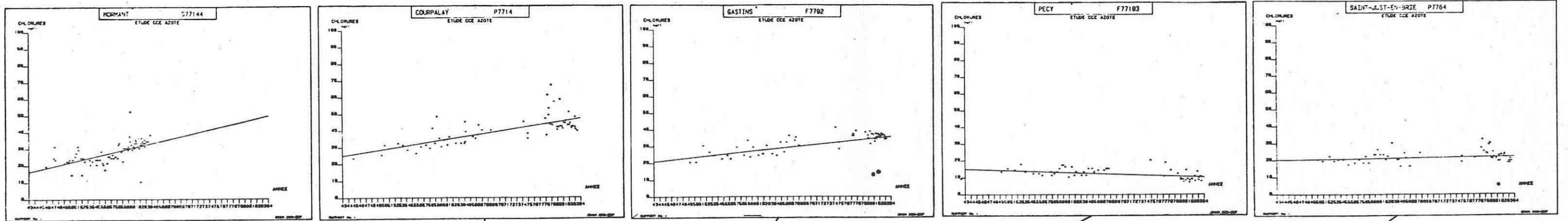
CONDUCTIVITÉ (microSiemens/cm)



Echelle 1/100 000



TENEURS EN CHLORURES (mg/l)



Echelle 1/100 000

