

ATLAS HYDROGEOLOGIQUE DE L'EURE

NOTICE



MINISTÈRE
DE L'INDUSTRIE
ET DE L'AMÉNAGEMENT
DU TERRITOIRE



AGENCE DE
L'EAU
SEINE-NORMANDIE



CONSEIL GÉNÉRAL
DE L'EURE

AGENCE DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
ET DE L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE

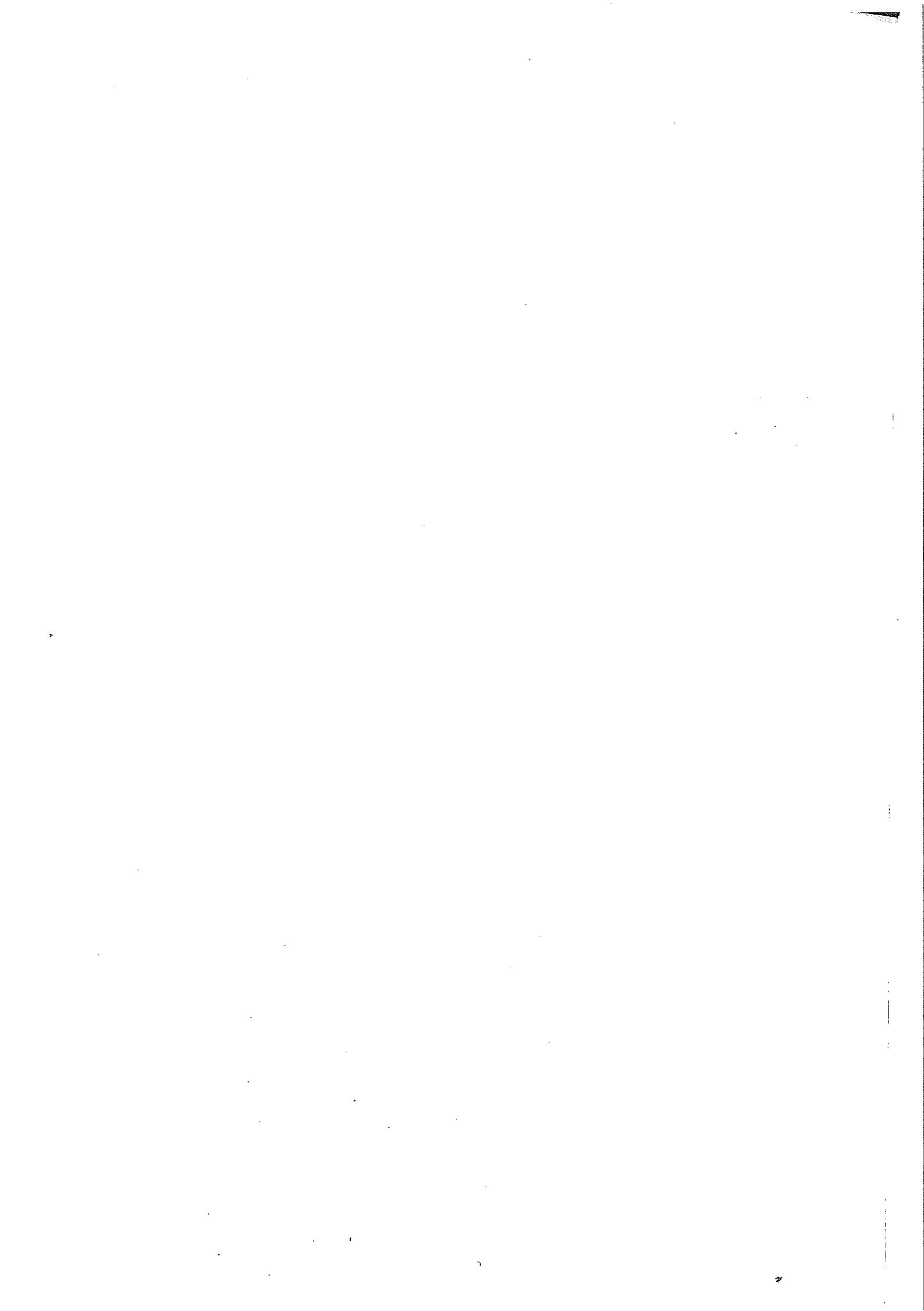
NOTICE DE L'ATLAS HYDROGÉOLOGIQUE DE L'EURE

par

*J. CHEMIN - J.-P. HOLE - F. PERNEL
M. PECKRE*



AGENCE RÉGIONALE
HAUTE-NORMANDIE



Editorial

Le cycle de l'eau est l'un des phénomènes naturels qui influe le plus sur l'activité humaine. L'eau est essentielle pour le développement de la vie végétale et animale. Elle est aussi indispensable à la ville qu'à la campagne. Industriel, agriculteur ou simple consommateur, l'homme du XX^e siècle a un besoin sans cesse croissant d'EAU.

Si nous connaissons assez bien la partie directement visible du cycle de l'eau, c'est-à-dire la pluie, son ruissellement et son écoulement sur le sol et dans les cours d'eau (c'est l'objet de l'hydrologie), il n'en est pas de même pour les eaux souterraines.

L'hydrogéologie, c'est-à-dire l'étude des eaux souterraines, est longtemps restée du domaine de l'empirisme. L'observation directe des phénomènes mis en jeu s'est avérée et continue à être très difficile. Heureusement, de nombreuses études théoriques et pratiques ont été conduites. De plus, l'évolution des techniques a fait progresser la capacité des ingénieurs à mieux prévoir, modéliser, calculer. Ainsi l'hydrogéologie peut se fonder sur des bases solides.

Cette réédition de l'Atlas paru en 1980 a permis la refonte et la réactualisation de ces données de base acquises au cours de la dernière décennie. Cet ouvrage met en évidence les évolutions de la connaissance et des prélèvements d'eau souterraine. Une fois de plus, il démontre l'incidence considérable de la ressource souterraine puisqu'elle fournit dans notre Département la totalité de l'eau destinée à la consommation. Cette situation, que le Département de l'Eure partage avec son voisin régional la Seine-Maritime, est suffisamment peu fréquente en France pour être signalée.

Deux cartes synthétiques rassemblent les données relatives aux eaux souterraines. L'une au 1/100 000 reprend les indications concernant la géologie, l'hydrogéologie, la piézométrie, les ouvrages de captages et les principales installations susceptibles de provoquer une pollution des eaux souterraines. L'autre au 1/250 000 donne les prélèvements d'eau et l'organisation des syndicats d'eau potable.

Le présent Atlas se veut avant tout outil de travail pour l'enseignant, le chercheur, l'aménageur et le gestionnaire. Il apparaît également comme un document objectif à l'usage des associations de protection de la nature et de l'environnement. C'est pourquoi il ne se contente pas de faire le point des connaissances acquises dans le domaine de l'hydrogéologie, mais il fait également apparaître leurs limites.

Le financement de cet ouvrage a été assuré conjointement par le Conseil Général de l'Eure, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et le Ministère de l'Industrie, montrant ainsi l'importance que les pouvoirs publics et les élus locaux accordent à la connaissance, à l'utilisation et à la protection de cette véritable richesse naturelle que sont les nappes d'eau souterraine et en particulier notre nappe de la craie.

Au terme de ce travail, la richesse en eau souterraine du Département de l'Eure paraît considérable, même si elle est inégalement répartie, exploitée et même si sa connaissance doit être affinée.

La situation de sécheresse que nous avons vécue en 1989, 1990, 1991 a été à l'origine de nombreuses interrogations sur la disponibilité de la ressource. L'évolution des niveaux de la nappe est acquise grâce au réseau piézométrique. Ce dernier est financé par le Conseil Général, l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et le Ministère de l'Industrie. Ces observations mensuelles ont permis de confirmer la complexité de l'aquifère mais aussi de reconnaître qu'il est étendu. En moyenne chaque année et à partir des 4,1 milliards de m³ d'eau précipitée sur le Département, la nappe reçoit près de 1,5 milliard de m³ d'eau. C'est dire que la crainte de la pénurie à court terme, dans l'état actuel de nos prélèvements (collectivités locales, industriels, agriculture) n'est pas fondée. Cependant, cet événement de sécheresse exceptionnelle va permettre aux techniciens de compléter leur information grâce à des observations qui vont venir enrichir nos connaissances sur cette nappe.

Cette sécheresse conduit tous les responsables de la gestion de l'eau dans l'Eure à rechercher une meilleure connaissance de l'équilibre entre ressources et prélèvements auquel s'ajoute une nécessaire et constante surveillance de la qualité des eaux (nitrates, turbidité, présence de germes pathogènes).

Tous savent, aujourd'hui plus qu'hier encore, que la gestion de l'eau en terme de quantité et de qualité est un enjeu capital pour le présent et l'avenir.

Je souhaite que cet atlas, par les informations rigoureuses et précises qu'il contient, contribue à améliorer les conditions d'exploration et d'exploitation de nos eaux souterraines.

Le Président du Conseil Général

Henri COLLARD

Sommaire

PRÉFACE de Monsieur le Président du Conseil Général de l'Eure	1
PRÉSENTATION DES CARTES ET DE LA NOTICE	2
1^{re} PARTIE: CONDITIONS PHYSIQUES ET CLIMATIQUES	
Chapitre I: Aperçu géographique	
1 - <i>Régions naturelles</i>	9
2 - <i>Hydrographie et morphologie</i>	8
3 - <i>Sol et végétation</i>	9
4 - <i>Démographie et activités humaines</i>	12
Chapitre II: Géologie	
1 - <i>Série stratigraphique</i>	14
2 - <i>Structure tectonique</i>	22
Chapitre III: Éléments de climatologie	
1 - <i>Réseau d'observation climatologique</i>	23
2 - <i>Pluviométrie</i>	23
3 - <i>Température, insolation, vents</i>	29
4 - <i>Évapotranspiration</i>	30
5 - <i>Précipitations efficaces</i>	33
2^{re} PARTIE: RESSOURCES EN EAU	
Chapitre I: Eaux superficielles	
1 - <i>Réseau d'observation hydrologique</i>	36
2 - <i>Régimes des cours d'eau</i>	37
3 - <i>Débits spécifiques</i>	38
4 - <i>Ressources hydro-électriques</i>	38
Chapitre II: Eaux souterraines	
1 - <i>Nappe de la craie</i>	42
1.1. <i>Plézométrie</i>	42
1.2. <i>Fonctionnement du réservoir de la nappe de la craie</i>	52
1.3. <i>Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines</i>	64
2 - <i>Nappes tertiaires</i>	67
3 - <i>Nappes profondes</i>	67
Chapitre III: Exploitation des eaux souterraines	
1 - <i>Caractéristiques techniques et productivité des ouvrages de captage existants</i>	71
2 - <i>Prélèvements</i>	76
3 - <i>Autres possibilités d'exploitation des eaux souterraines</i>	80
Chapitre IV: Vulnérabilité et pollution des eaux souterraines	
1 - <i>Nappe de la craie</i>	82
1.1. <i>Vulnérabilité aux pollutions</i>	82
1.2. <i>Sources de pollution réelles ou potentielles</i>	84
2 - <i>Nappe du tertiaire</i>	90
3 - <i>Autres nappes</i>	90
Choix bibliographique.....	91
Documents cartographiques	93

Liste des figures

- 1 - Régions naturelles du département de l'Eure
- 2 - Schéma géologique du département de l'Eure et situation des principaux forages profonds
- 3 - Coupe stratigraphique du forage des HOGUES (100-4-1-)
- 4 - Épaisseur des terrains jurassiques dans les forages profonds
- 5 - Schéma tectonique
- 6 - Réseau d'observation climatologique du département de l'Eure en 1989
- 7 - Précipitations moyennes annuelles d'après les normales 1891-1930 et 1931-1960
- 8 - Précipitations annuelles à Évreux-Ville de 1886 à 1989
- 9 - Histogrammes des fréquences et courbes des fréquences cumulées des précipitations annuelles à Évreux-Ville de 1886 à 1989
- 10 - Isohyètes d'une année peu humide - 1976
- 11 - Isohyètes d'une année humide : 1988
- 12 - Fréquence annuelle moyenne du vent à Évreux-Huest 1971-1980
- 13 - Fréquence annuelle moyenne du vent à l'avant-port du Havre 1951-1980.
- 14 - Pluie efficace moyenne annuelle (TURC)
- 15 - Débit spécifique annuel moyen des cours d'eau
- 16 - Réseau piézométrique du département de l'Eure
- 17 - Piézométrie de la nappe de la craie en vallée humide à Croisy-sur-Eure
- 18 - Piézométrie de la nappe de la craie en vallée sèche à Montaure
- 19 - Piézométrie de la nappe de la craie en vallée sèche à Civières
- 20 - Piézométrie de la nappe de la craie sur le plateau à Saint-Maclou
- 21 - Courbe de restitution en concentrations pour un traçage chimique
- 21 bis - Relation débit-turbidité au captage des Bruyères à Bernay
- 22 - Carte des teneurs en nitrates dans les eaux souterraines du département de l'Eure
- 23 - Processus de pollution de la nappe de la craie

Liste des tableaux

- 1 - Occupation des sols agricoles de l'Eure, par région
- 2 - Répartition par région des surfaces agricoles irrigables, irriguées ou asséchées par des drains souterrains
- 3 - Résultats géologiques des sondages profonds du département de l'Eure et des régions voisines
- 4 - Précipitations moyennes sur le département de l'Eure
- 5 - Évapotranspiration réelle et pluie efficace annuelle moyennes dans le département de l'Eure
- 6 - Stations de jaugeage des cours d'eau du département de l'Eure
- 7 - Débits caractéristiques des cours d'eau du département de l'Eure
- 8 - Points d'observation du réseau piézométrique de l'Eure en 1989
- 9 - Résultats des expériences de traçage réalisées dans le département de l'Eure
- 10 - Chimie des eaux de la nappe de la Craie dans l'Eure
- 11 - Position des eaux de la nappe de la Craie, dans l'Eure, par rapport aux normes de potabilité (CEE - 1980)
- 12 - Liste d'ouvrages de captage d'A.E.P. dont la turbidité est fréquemment élevée, dans l'Eure
- 13 - Types et causes de pollutions constatées sur trente captages d'A.E.P. dans l'Eure

Documents cartographiques

- Atlas de Normandie - Association pour l'Atlas de Normandie - Université de Caen.
- Carte de la végétation de la France à 1/200 000.
- Carte géomorphologique détaillée de la France à 1/50 000. Feuilles parues: DREUX, SAINT-ANDRÉ-DE-L'EURE.
- Carte géologique de la France à 1/50 000. Feuilles parues: LE HAVRE, PONT-AUDEMEN, ROUEN OUEST, ROUEN EST, GOURNAY, LISIEUX, BRIONNE, ELBEUF, LES ANDELYS, GISORS, BERNAY, BEAUMONT-LE-ROGER, EVREUX, MANTES-LA-JOLIE, RUGLES, BRETEUIL-SUR-ITON, SAINT-ANDRÉ-DE-L'EURE, HOUDAN.
- Carte géologique de la France à 1/250 000 - Feuille parue: ROUEN.
- Carte de vulnérabilité de la nappe de la craie dans le département de l'Eure - B.R.G.M. - 1983.

Présentation des cartes et de la notice

L'atlas hydrogéologique du département de l'Eure est composé de deux cartes sur fond topographique de l'I.G.N. et d'une notice détaillée.

Ces documents constituent une synthèse des observations et des études faites dans le département depuis 1967. Les principaux rapports et travaux consultés sont cités dans la bibliographie sommaire.

1) CARTE PRINCIPALE EN DEUX FEUILLES A 1/100.000

CARTE GÉOLOGIQUE :

Y figurent les terrains affleurant à la surface du sol ou sous un recouvrement dont il a été fait abstraction (limons, argiles à silex, poches de sables).

Un figuré indique la nature de la roche, son âge et sa perméabilité. Cette représentation met en valeur les réservoirs aquifères et les couches qui en constituent le mur et le toit. Les contours ont été tracés à partir des cartes géologiques à 1/50.000, éditées ou en cours de levé ou à défaut à partir des cartes à 1/80.000 et de la feuille de Rouen à 1/250.000.

Pour compléter ces informations, les limites des terrains albiens lorsqu'ils sont présents sous les alluvions ont été reportées à partir des données de la banque du sous-sol.

Les failles connues et les principaux axes structuraux sont également mentionnés et les sondages géologiques profonds et caractéristiques sont positionnés.

Les tracés retenus privilégient la compréhension hydrogéologique, parfois au détriment du détail purement géologique.

CARTE PIÉZOMÉTRIQUE :

Elle rassemble les résultats des travaux d'inventaire des points d'eau du département effectués de 1967 à 1973 par le BUR-GEAP et le B.R.G.M.

Quelques compléments ou corrections ont été apportés pour rendre l'ensemble homogène et tenir compte des observations les plus récentes. La densité des points d'eau est très variable selon les régions. Cependant, les courbes isopièzes ont pu être tracées partout pour la nappe de la craie et sur les affleurements les plus étendus des terrains tertiaires. Les limites de bassins hydrogéologiques sont indiquées.

CARTE HYDROGRAPHIQUE :

Le fond I.G.N. donne les cours d'eau pérennes et temporaires.

Les pertes sont figurées et reliées par une flèche aux sources avec lesquelles elles sont en relation lorsqu'un traçage l'a mise en évidence. Le tracé de la flèche est purement symbolique et n'indique pas le parcours réel des eaux infiltrées.

Les stations de jaugeage, les principales piscicultures et cressonnières sont indiquées.

Les limites des bassins versants superficiels sont dessinées pour permettre la comparaison avec les bassins souterrains.

Les sources inventoriées par la banque du sous-sol sont représentées par un figuré qui indique l'importance de leur débit.

CARTE DES OUVRAGES DE CAPTAGES :

Un jeu de symboles permet de distinguer la nature du point d'eau (source captée, puits ou forage) et son utilisation (domestique, agricole, industrielle, embouteillage).

Les puits et forages inexploités qui ont servi ou servent encore de piézomètres sont indiqués ainsi que les ouvrages réalisés mais non mis en production à ce jour.

CARTE DES POINTS DE POLLUTION RÉELS OU POTENTIELS CONNUS :

Il s'agit d'un inventaire non exhaustif des activités humaines susceptibles d'engendrer une pollution des eaux souterraines.

2) CARTE DES PRÉLÈVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE ET DES RÉSEAUX D'ADDUCTION EAU POTABLE (1/250.000)

Elle a été établie sur la base des données de la banque du sous-sol et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

Cette carte est un document synthétique qui permet de signaler l'importance et la localisation des prélèvements ainsi que l'organisation de l'A.E.P. du département. On ne doit donc pas y chercher une précision extrême dans le détail.

PRÉLÈVEMENTS:

Ils sont répartis en quatre classes d'égale importance, chacune ayant sensiblement le même nombre de points.

Tous les prélèvements ne sont pas connus. Il s'agit alors de catégories non redevables à l'Agence de l'Eau. Les points de ce type figurent donc dans la classe la plus faible.

Dans certaines zones à fort prélèvement (régions de Louviers, Gaillon, Vernon), la densité de points a obligé à faire des regroupements. Pour le détail des consommations, on se reportera aux tableaux des points en annexe. (1)

Les prélèvements agricoles ont été rangés dans la classe la plus faible. En effet, malgré leur importance journalière due à leur caractère saisonnier, on n'a considéré que leur moyenne journalière déduite du prélèvement annuel de façon à ce que l'ensemble des usages domestiques, industriels et agricoles soient homogènes.

Quelques puits communaux, autrefois à usage d'adduction potable, peuvent maintenant être utilisés par les agriculteurs (région de Bernay par exemple).

Signalons aussi que les points à usage d'eau de table (embouteillage) ou de pompe à chaleur sont mis dans la catégorie industrielle.

LIMITES DES RÉSEAUX:

Un réseau d'adduction d'eau potable est à l'échelon communal ou intercommunal (groupement de communes organisées en syndicat). Sur la carte, seul le nom du syndicat est figuré. Une limite, sans indication de nom en bleu est donc la configuration d'une commune autonome qui peut être trouvée sur le fond topographique de la carte.

Les points d'eau potable à usage domestique sont le plus souvent à l'intérieur des limites des réseaux qu'ils alimentent. Dans le cas contraire, une flèche indique l'origine de l'alimentation.

Certains hameaux ou écarts à l'intérieur d'une limite de réseau peuvent ne pas être alimentés à partir du réseau de la commune ou du groupement auxquels ils appartiennent mais à partir d'un réseau voisin, cela pour des raisons d'éloignement. Un tireté indique de tels renforcements.

3) NOTICE

Elle rassemble les principales connaissances actuelles dans les différents domaines qui touchent aux eaux souterraines : géographie physique, géologie, climatologie, hydrologie.

Ensuite sont plus développés les chapitres concernant les eaux souterraines, leur exploitation et les problèmes de pollution.

De nombreuses figures et tableaux complètent le texte de cette notice.

En annexe, (1) sont regroupées les caractéristiques techniques, hydrogéologiques et l'utilisation de tous les ouvrages de captages du département de l'Eure à l'exception des prélèvements agricoles de faible importance.

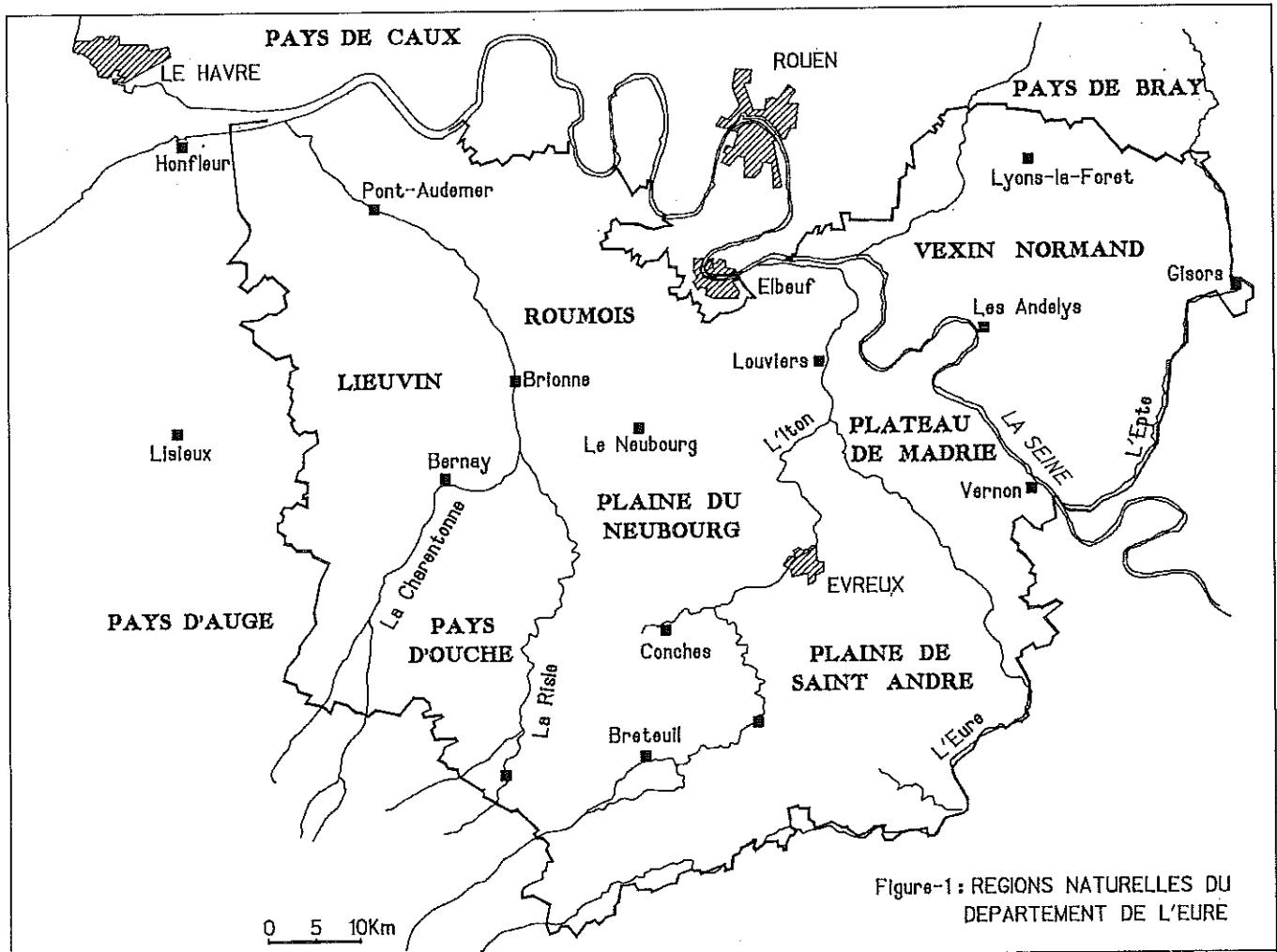
(1) Les documents annexes ne sont pas joints à la notice. Ils font l'objet d'un tirage limité dont dix exemplaires ont été adressés au Département de l'Eure, cinq exemplaires à la Direction Départementale de l'Industrie de Haute-Normandie et dix exemplaires à l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

Ils peuvent par ailleurs être consultés à l'Agence Régionale Haute-Normandie du B.R.G.M.
La mise à jour des annexes a fait l'objet d'un additif qui prend en compte l'ensemble des forages réalisés de 1981 à 1989.

1^{re} partie : Conditions physiques et climatiques

Chapitre I. – Aperçu géographique

1) RÉGIONS NATURELLES (fig. n° 1)



Entre le pays d'Auge à l'ouest, le Perche au sud, la Beauce au sud-est, le Pays-de-Bray et la Basse-Seine au nord, les 6.037 km² du département de l'Eure recouvrent une mosaïque de petites régions de plateaux séparées par les entailles des rares cours d'eau à écoulement pérenne :

Roumois entre Seine et Risle,
Plaine du Neubourg entre Eure et Risle,
Plaine de Saint-André entre Eure et Iton,
Plateau de Madrie entre Seine et Eure,
Lieuvin entre Touques et Risle,
Vexin Normand entre Seine et Epte.

L'altitude moyenne de ces plateaux est comprise entre 100 et 150 m.

Le Pays d'Ouche s'en différencie par son altitude plus élevée (plus de 200 m), et son substratum plus argileux qui lui confèrent le rôle de « château d'eau » du département : il est traversé par les hautes vallées de l'Avre, de l'Iton, de la Risle, de la Charentonne et de la Guiel qui prennent leurs sources dans le département de l'Orne.

2) HYDROGRAPHIE ET MORPHOLOGIE

Comme dans tous les pays crayeux du nord-ouest du bassin parisien, les cours d'eau pérennes sont rares.

Le réseau hydrographique comprend essentiellement deux bassins :

- celui de la Seine et de ses affluents Epte, Gambon, Andelle en rive droite, Avre, Eure et Oison en rive gauche,
- celui de la Risle et de son principal affluent La Charentonne.

Ils couvrent respectivement 4.360 km² et 1.330 km², soit 95 % de la superficie du département.

La Morelle et la Vilaine, petits fleuves côtiers près d'Honfleur, et les hautes vallées de la Calonne et de l'Orbiquet, affluents de la Touques, draînent les 317 km² restants. Il est à remarquer qu'en dehors de la Vilaine, qui n'occupe que 20 km², aucun des bassins hydrographiques n'est entièrement compris dans le département, les limites administratives correspondent rarement à des limites naturelles.

Les affluents pérennes de deuxième et troisième catégorie sont exceptionnels. Le réseau est complété par quelques cours temporaires dans les parties amont des bassins et par une multitude de vallées sèches qui sillonnent les plateaux et leur donnent une morphologie particulière. Alors que les vallées humides ont une direction générale nord-sud sur leur plus grande longueur, les vallées sèches s'orientent autour de la direction est-ouest. Cette orientation conjuguée aux effets du climat périglaciaire, qui a longtemps régné sur la région au Quaternaire, a donné une dissymétrie caractéristique des versants :

- le versant regardant au nord est en pente douce, recouvert de colluvions solifluées argileuses,
- le versant tourné vers le sud est abrupt, la craie y affleure souvent.

Sur les plateaux, la régularité des glacis en pente descendante vers le nord-est est parfois interrompue par des bombements de la surface topographique. De quelques dizaines de mètres de hauteur par rapport au niveau général, ils forment des alignements de points hauts boisés dans une direction à peu près E.-W.

Les plus remarquables sont celui du plateau de Neubourg entre le Thuit-Signol et Thierville, et celui du Lieuvin entre Freneuse-sur-Risle et le Bois-Hellain. Ils seraient liés à des mouvements tectoniques récents, peut-être même encore actuels, ce qui expliquerait que l'érosion n'ait pas pu les niveler.

En vallée humide, la morphologie est marquée par les phénomènes liés à l'érosion et la sédimentation fluviatiles. Elle est caractérisée par les méandres que dessinent les cours d'eau dans leur partie aval. Les falaises taillées dans la craie des rives concaves forment des sites célèbres (Les Andelys, Côte des Deux Amants) dans le Val-de-Seine.

L'évolution du méandre peut aboutir à son abandon au profit de marécages (Marais Vernier) ou laisser subsister une butte-témoin dans l'ancienne rive convexe (côte de Justice à Louviers). Le plus souvent c'est un gisement de graviers qui permet une exploitation intensive comme sur l'ancien méandre de la Seine à Gaillon.

3) SOL ET VÉGÉTATION (ÉTAT EN 1988) (1)

Les 6.037 km² du département se répartissent comme suit :

- 2.556 km² de cultures (42,3 %),
- 1.045 km² de surface toujours en herbe (17,3 %),
- 1.229 km² de bois de feuillus (voir ci-dessous) ; (20,4 %) mais aussi de résineux introduits (pins sylvestre, laricio...),
- 60 km² de landes et friches (1 %),
- 1.147 km² de terres non agricoles (19 %).

Il s'agit de chiffres globaux. Des variations importantes existent d'une région naturelle à l'autre (voir le tableau n° 1). Dans le Lieuvin, les herbages représentent 55 % de la surface agricole utile et jusqu'à 69 % sur certains cantons ; sur le plateau de Saint-André-de-l'Eure, ce chiffre est de 3 %.

(1) Rédaction de M. ORANGE, professeur agrégé de Sciences Naturelles, actualisée avec les chiffres SCEES-INSEE recensement agricole 1988.

Tableau n° 1 – OCCUPATION DES SOLS AGRICOLES DE L'EURE PAR RÉGION
(superficies en hectares)

RÉGIONS	Superficie en herbe	Superficie labourée	Superficie utilisée	Superficie en céréales		
				blé	orge	autres
VEXIN NORMAND	4443	35923	40405	16640	4202	3301
VEXIN BOSSU	1569	12350	14059	5799	1054	1621
PAYS DE LYONS	3880	9484	13378	3743	1620	893
VALLÉE DE LA SEINE	2012	7436	9804	2775	877	2193
PLATEAU DE MADRIE	2161	13761	16049	6895	1168	3147
PLATEAU D'ÉVREUX et SAINT-ANDRE	5472	78091	83709	45235	7426	8905
PERCHE	725	2624	3349	1472	384	197
PLATEAU DU NEUBOURG . ROUMOIS	6920	47130	54251	24623	3095	2425
	15202	18408	33728	7787	2085	1367
PAYS D'AUGE	9339	4415	13891	1778	423	254
LIEUVIN	30759	25131	56087	10714	2482	1654
MARAIS VERNIER	3156	1402	4560	512	161	368
PAYS D'OUCHÉ	18895	33298	52276	16313	3356	2328
TOTALE DANS L'EURE	104533	255651	395546	144286	28333	28653

L'évolution de l'irrigation et du drainage des terres agricoles sont des données intéressantes. La répartition par région des terres irrigables, irriguées ou draînées est fournie par le tableau n° 2. Celui-ci montre la position des secteurs de plateau sur lesquels le drainage et l'irrigation alternent en fonction de l'affleurement des formations tertiaires, peu perméables et de la craie aquifère. La progression de l'irrigation de 1979 à 1988 a été de 22 %. La progression pour le drainage a été de 302 %. Cette évolution est à relier d'une part à la nature, à la surface des cultures et d'autre part au climat.

Tableau n° 2 – RÉPARTITION PAR RÉGION DES SURFACES AGRICOLES IRRIGABLES, IRRIGUÉES OU ASSÉCHÉES PAR DES DRAINS SOUTERRAINS
(superficies en hectares)

RÉGIONS	Superficies			Progression (ha) 1979/1988		
	irrigables	irriguées	draînées	irrigables	irriguées	draînées
VEXIN NORMAND	400	142	139	— 108	+ 29	133
VEXIN BOSSU	124	109	208	124	109	75
PAYS DE LYONS	3	3	21	— 1	0	21
VALLÉE DE LA SEINE	370	240	134	116	78	134
PLATEAU DE MADRIE	70	70	1254	72	41	1225
PLATEAU D'ÉVREUX et SAINT-ANDRE	3569	1345	6016	671	149	4347
PERCHE	0	0	664	0	0	596
PLATEAU DU NEUBOURG . ROUMOIS	427	249	828	144	121	666
	63	53	738	58	58	725
PAYS D'AUGE	0	0	867	— 17	— 16	+ 505
LIEUVIN	38	22	4238	25	19	2655
MARAIS VERNIER	0	0	114	0	0	114
PAYS D'OUCHÉ	78	28	13689	1	2	10522
EURE	5142	2261	28910	1085	590	21718

L'analyse détaillée des rapports entre sous-sol, sol et végétation est en dehors du cadre de l'Atlas. En mettant de côté les cultures et les modifications édaphiques qui leur sont liées, nous nous limiterons à un aperçu rapide.

Les coteaux où la craie affleure donnent des sols squelettiques, des rendzines ou même des sols bruns calcaires (pentes plus faibles et boisées). Leur végétation se compose de pelouses calcicoles, de groupements arbustifs à églantiers, prunelliers, au-bépines, de chênaie-frênaies et de hêtraies calcicoles.

Sur les plateaux, les formations superficielles (limons, argiles à silex) développent des sols bruns lessivés (fréquents sur les limons) ou des sols lessivés plus ou moins podzoliques (plutôt sur argile à silex). Les groupements arborescents sont la chênaie sessiliflore, la chênaie-hêtraie acidophile et la chênaie-charmaie.

Dans le fond des vallées humides, où la nappe est très proche de la surface, des bois d'aulnes, de saules (et peupliers introduits) peuvent s'installer sur les sols alluviaux; leur strate herbacée comprend des herbes du bord des eaux : Eupatoires, Anélique, Prèles, Roseaux...

Le Marais Vernier, installé sur alluvions fluviatiles et marines, présente, par l'originalité de sa végétation et la richesse de sa flore (nombreuses espèces hygrophiles dont certaines rares pour la région) un grand intérêt botanique.

4) DÉMOGRAPHIE ET ACTIVITÉS HUMAINES.

Le département de l'Eure comptait environ 400.000 habitants au début du XIX^e siècle. Sous l'effet de l'émigration, et du déficit des naissances sur les décès, il en perdit 120.000 de 1841 à 1921. Ce phénomène traduisait la sous-industrialisation et la sous-urbanisation du département alors que les activités traditionnelles agricoles et artisanales étaient en crise.

Depuis 1945, l'accroissement naturel est très sensible et l'émigration a été enrayer. La population s'élevait à 462.300 habitants en 1982 avec une croissance identique à celle de la période 1968/1975.

C'est la conséquence d'une transformation profonde des conditions socio-économiques. L'influence de l'agglomération parisienne proche est prépondérante. Elle a permis l'urbanisation et l'industrialisation de la partie orientale du département.

L'essentiel de l'activité économique est concentré dans les vallées de la Seine, de l'Eure et de l'Epte où se trouve une population dense avec les agglomérations d'Évreux (72.800 habitants), Vernon (23.500 habitants), Louviers (19.400 habitants), Le Val-de-Reuil (10.000 habitants), Les Andelys (8.200 habitants), Gisors (8.800 habitants), Gaillon (5.800 habitants). Une population temporaire importante afflue vers les villages de ces vallées pittoresques et peu éloignées de Paris.

Par contre, les parties occidentale et méridionale de l'Eure sont restées peu équipées. Les agglomérations y sont rares et de petites tailles dans les vallées de la Risle (Pont-Audemer, 10.100 habitants), de la Charentonne (Bernay, 11.000 habitants[1]), de l'Avre (Verneuil, 7.000 habitants). L'activité industrielle n'est notable que dans la basse vallée de la Risle.

On constate que l'urbanisation est limitée aux vallées humides dans l'ensemble du département. Les plateaux sont le domaine de l'habitat dispersé et de l'agriculture qui reste l'activité essentielle de la région. Cultures et types d'exploitation sont très variables d'une région à une autre.

A l'Est du département, dans le Vexin Normand et les plateaux du Neubourg et de Saint-André, les exploitations sont de grande taille et très mécanisées. Elles se consacrent aux cultures industrielles et céréalières, l'élevage n'y est qu'un appoint sauf en vallée où de grands élevages de volailles alimentent l'agglomération parisienne en œufs et viandes.

Cette région s'apparente à la zone de très grandes cultures du centre du bassin parisien.

A l'Ouest, Roumois, Lieuvin et Pays d'Ouche sont occupés par des exploitations petites et moyennes qui partagent leurs surfaces entre les prairies permanentes et les labours. La production laitière et le blé sont donc les ressources principales. L'agriculture de cette région se rattache à celle de la Basse-Normandie.

Le département apparaît composé de deux parties très dissemblables sur le plan économique :

- l'Est, aux vallées industrialisées et urbanisées et dont les plateaux sont occupés par de grandes exploitations agricoles modernes,
- l'Ouest, dont l'activité essentielle est l'élevage laitier et la culture des céréales par de petites fermes avec un tissu urbain et industriel peu développé.

Il ressort de cet examen succinct de la géographie humaine que les besoins en eau, que ce soit pour l'A.E.P., les industries ou l'irrigation, sont concentrés dans la partie orientale du département.

(1) Chiffre du recensement général INSEE 1982.

Chapitre II. — Géologie (1)

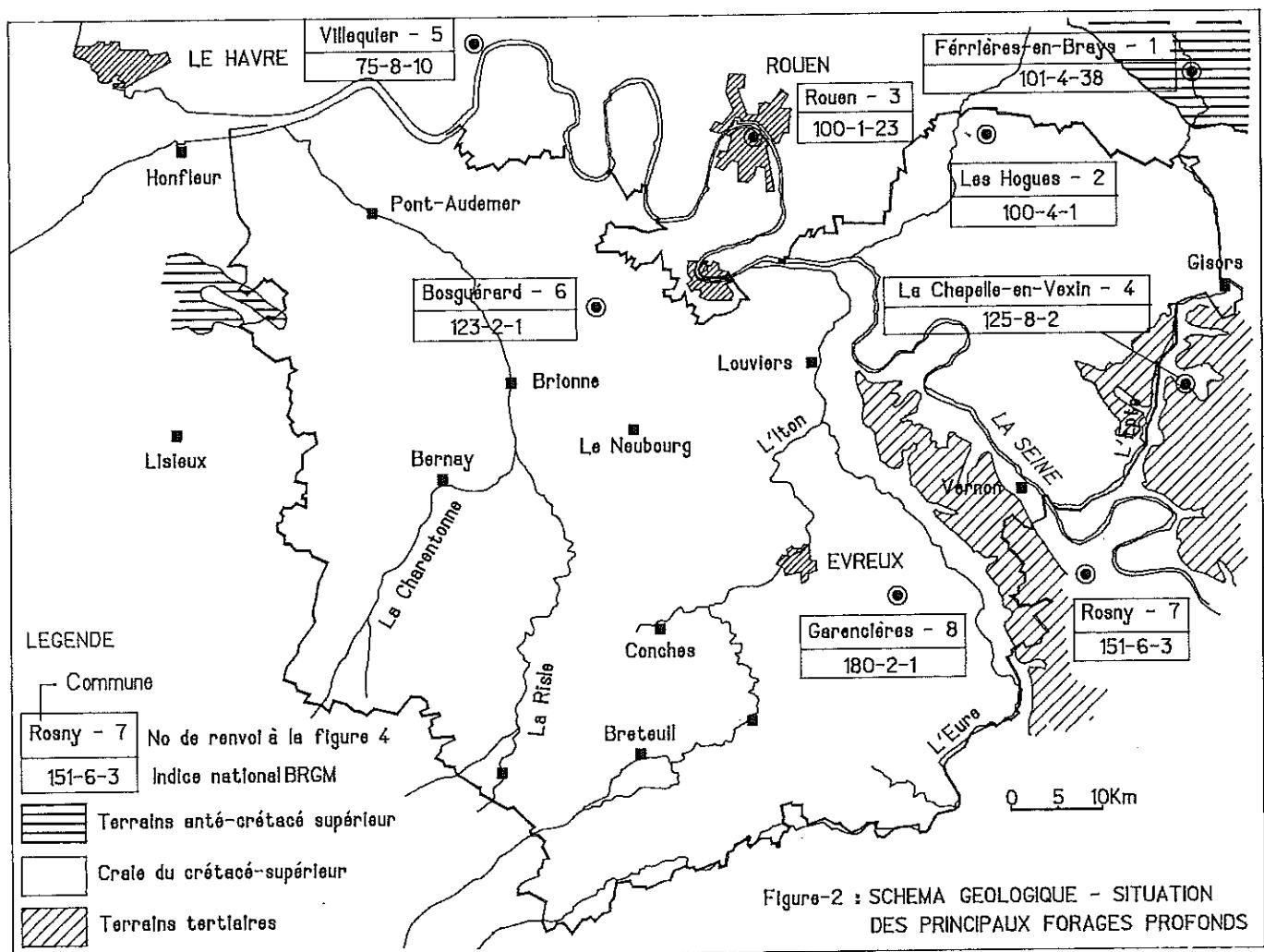
1) SÉRIE STRATIGRAPHIQUE

Le département de l'Eure s'inscrit dans le nord-ouest du Bassin de Paris. Les terrains crayeux du Crétacé supérieur constituent le substratum immédiat de la majeure partie de la région, substratum souvent masqué par des formations superficielles. Les couches tertiaires ne sont bien développées que dans la partie orientale du département avec une lithologie assez diversifiée : régions de Gisors, Vernon, Pacy-sur-Eure,...

Les terrains affleurants les plus anciens, ceux du Crétacé inférieur et du Jurassique supérieur peuvent être observés localement dans le nord-ouest et l'ouest : région de Cormeilles et d'Orbec.

Les zones d'affleurements de ces terrains sont figurées sur les cartes géologiques, à l'échelle du 1/80.000 et du 1/50.000. La couverture du fond topographique moderne à 1/50.000, soit vingt coupures, est pratiquement réalisée, il ne reste que les feuilles Verneuil et Dreux à lever.

La géologie profonde est bien connue grâce à une trentaine de forages de recherche d'eau ou de pétrole (voir tableau n° 3). Seulement trois d'entre eux atteignent le socle anté-jurassique. Aussi, sera-t'il tenu compte également des renseignements fournis par plusieurs forages profonds voisins du département de l'Eure (figure n° 2).



(1) Chapitre rédigé par G. KUNTZ, Ingénieur géologue au Service Géologique Régional Normandie.

**Tableau n° 3 – RÉSULTATS GÉOLOGIQUES DES SONDAGES PROFONDS
DU DÉPARTEMENT DE L'EURE ET DES RÉGIONS VOISINES**

INDICE B.R.G.M.	COMMUNE	COORDONNÉES LAMBERT			PROF. TOTALE	ALTITUDE NGF DU TOIT DES FORMATIONS RENCONTRÉES							
		x	y	z		Crétacé supérieur	Crétacé inférieur		Jurassique			Anté Jurassique	
							Gault	Sables verts	sup.	moy.	inf.		
75.8.10	TRIQUERVILLE (76)	476,29	201,81	115	959	115	101	-	67	-326	-457	-482	
100.1.23	ROUEN (76)	508,75	193,64	5,5	863	-	-	-	-4	-540	-700	-819	
100.4.1	LES HOGUES	533,88	191,96	170	1345	160	-44	-90	-139	-742	-944	-1164	
100.6.8	PITRES	517,71	182,65	38	238	33	-52	-71	-116				
100.7.45	PONT-SAINT-PIERRE	523,29	181,89	16	130	-	-87						
100.7.71	PONT-SAINT-PIERRE	523,72	181,81	22	166	-	-80	-98	-126				
101.4.36	FERRIÈRES-EN-BRAY	559,15	200,00	140	1173	-	-	-	139	-460	-686	-888	
101.5.1	PUCHAY	540,50	185,67	163	519	155	-102	-139	-194				
101.5.2	LYONS-LA-FORÊT	535,30	189,73	163	385	155	-62	-95	-142				
101.6.1	LA NEUVE-GRANGE	543,75	183,72	144	425	136	-148	-183	-244				
101.6.2	ÉTRÉPAGNY	546,98	181,75	133	1067	125	-160	-207	-276	-885			
123.2.1	BOSGUÉRARD	492,45	173,69	173	717	155	152	143	119	-354	-493	-529	
123.7.1	LE NEUBOURG	495,33	162,69	118	177	91	-11						
124.1.47	IGOVILLE	513,64	179,87	7	338	-3	-147	-161	-203				
124.1.64	PONT-DE-L'ARCHE	513,29	179,16	5	195	-1	-152	-164					
124.4.78	LES ANDELYS	531,54	171,86	10	147	-5	-109	-117					
124.8.140	PORT-MORT	532,02	163,93	22	472	7	-38	-50	-95				
124.8.163	NOTRE-DAME-DE-L'ISLE	533,48	161,13	16	99	11	3	-8	-54				
124.8.169	PORT-MORT	531,41	164,25	32	198	32	-66	-78	-120				
124.8.257	BOUAFLES	529,97	166,60	26	255	22	-61	-74	-120				
125.3.85	LES NOYERS	522,22	172,34	88	910	86							
125.5.6	NOTRE-DAME-DE-L'ISLE	534,58	161,58	25	474	0	-30	-47	-93				
125.8.2	LA CHAPELLE-EN-VEXIN (95)	554,40	166,28	65	1457	65	-192	-239	-304	-949	-1173	-1390	
148.2.1	THIBERVILLE	463,20	160,90	175	114	164	98	90	72				
149.8.2	LA BONNEVILLE	505,00	143,90	85	60	75	19						
150.6.5	GAUCIEL	520,01	148,47	133	276	128	-109	-133					
151.1.1	SAINT-PIERRE D'AUTILS	534,74	158,31	14	1134	-	-	-1	-48	-660	-847	-1027	
151.1.2	VERNON	536,48	155,16	25	477	20	-27	-36	-87				
151.1.3	PRESSAGNY-L'ORGUEILLEUX	535,75	159,39	44	489	14	-18	-31	-81				
151.1.17	SAINT-MARCEL	536,15	156,26	18	101	-	0	-14	-59				
151.6.3	ROSNY (78)	544,13	144,47	124	1349	100	-112	-134	-230	-840	-1030	-1180	
178.2.68	MONTREUIL-L'ARGILE	462,82	137,49	181	160	-	109	107	105				
178.4.1	LE BOSC-RENOULT	479,93	139,58	160	151	144	55	?	22				
178.8.2	RUGLES	477,90	127,00	206	107	198	116	108	99				
179.6.3	BEMECOURT	490,95	127,98	186	251	146	29	?	7				
179.7.41	BRETEUIL	495,12	128,23	172	245	143	?	-8	-28				
180.2.1	GARENCIÈRES	520,72	139,95	144	1035	119	-51	-69	-108	-638	-795	-862	

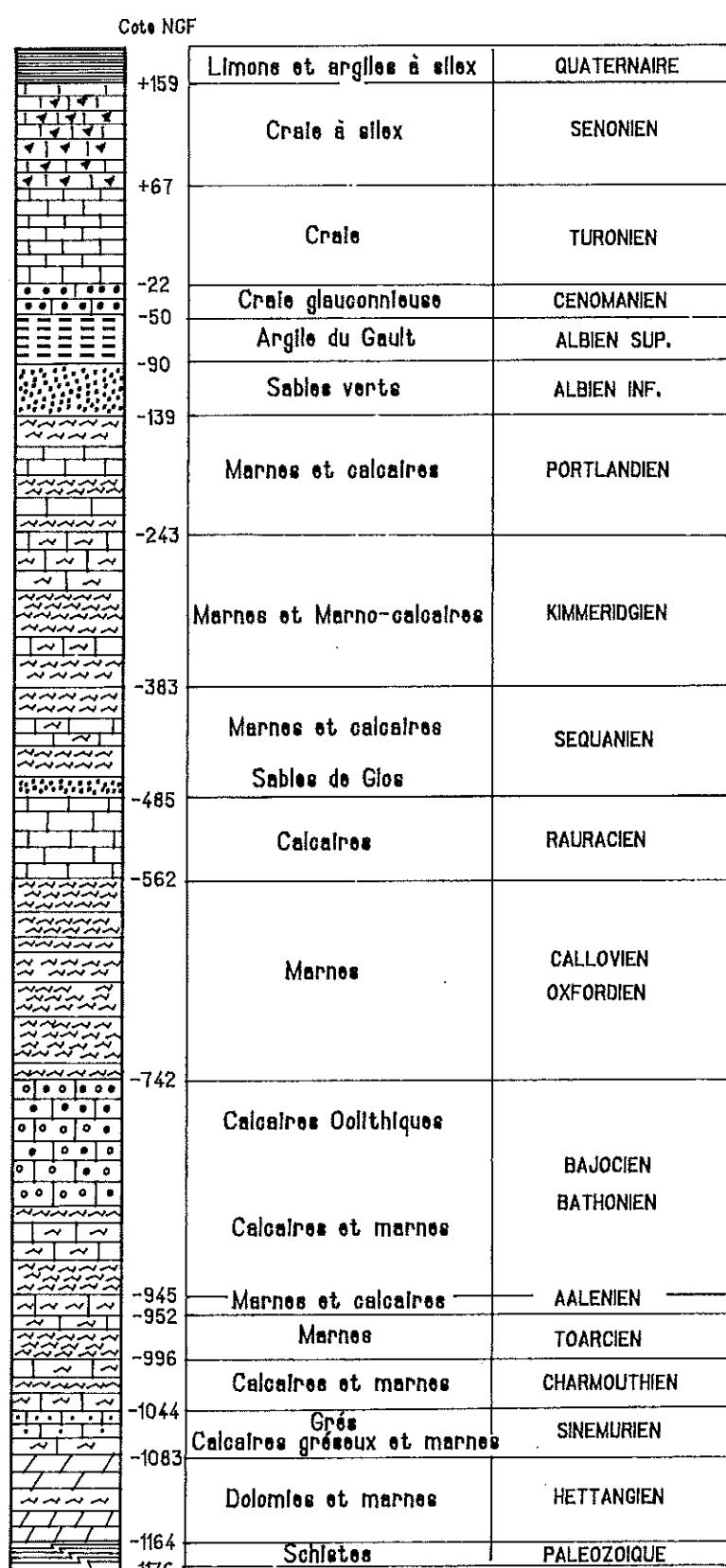
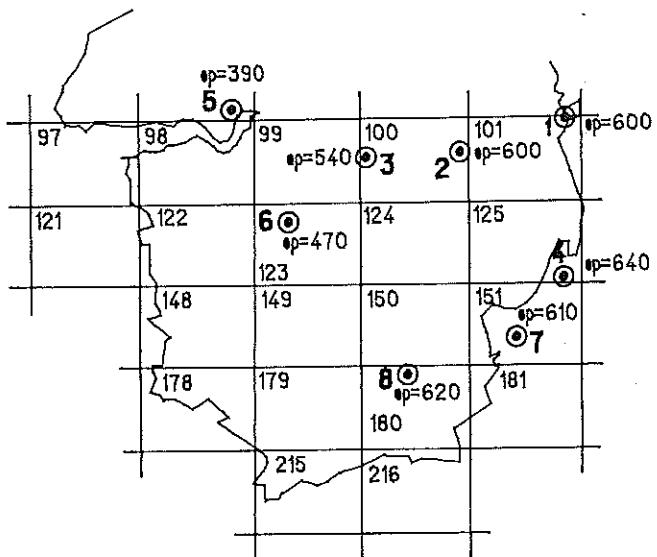
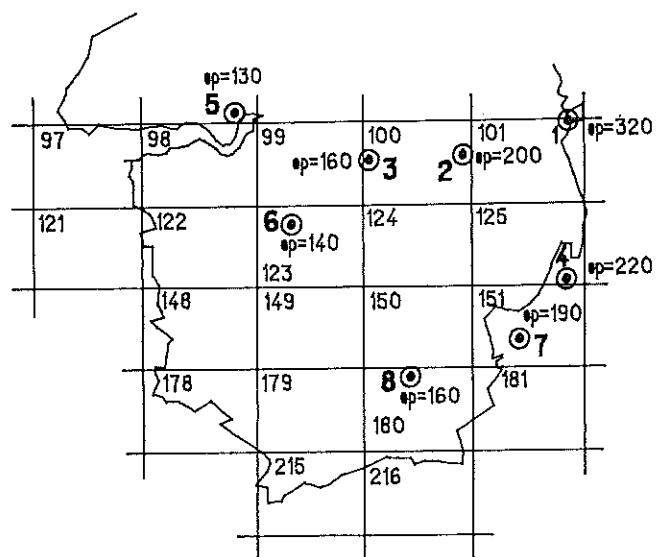


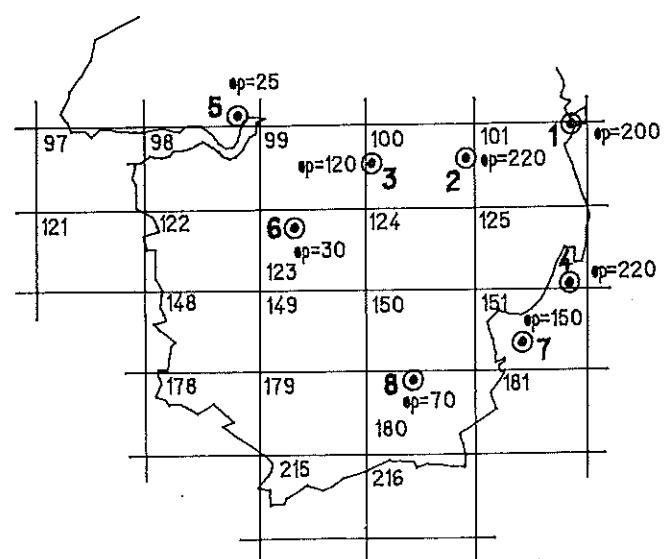
Figure-3 : LOG. STRATIGRAPHIQUE DU FORAGE
DES HOGUES (100-4-1)



JURASSIQUE SUPERIEUR



JURASSIQUE MOYEN



JURASSIQUE INFÉRIEUR

Figure-4 : EPATIEUR DES TERRAINS JURASSIQUES DANS LES FORAGES PROFONDS

1.1. ANTE-JURASSIQUE

Des terrains d'âge permo-triasique ou d'âge antérieur mal connu ont été rencontrés dans les forages profonds du département et des régions voisines. Les cotes altimétriques du toit de ces formations sont notées ici entre parenthèses.

- *Ferrières-en-Bray* (76) : feuille Gournay - dossier 101.4.36.
- Permo-Trias : (-998 m) marnes et argiles rouges graveleuses avec quelques passées calcaires.
- Anté-Permien : (-1.010 m) micaschistes.
- *Les Hogues* (27) : feuille Rouen-est- forage LF 101 - dossier 100.4.1. La coupe complète de ce forage est donnée par la figure n° 3.
- Paléozoïque : (- 1.164 m) schistes rouges et verts à fort pendage et inclusions de quartzites.
- *Rouen* (76) : feuille Rouen-est, cité sur Rouen-ouest, forage RN 101, dossier 100.1.23.

Au niveau du socle (- 818,70 m), une série de 13,55 m d'argile gréseuse, grès grossiers et argiles panachées est attribuée au Paléozoïque.

- *La Chapelle-en-Vexin* (95) : feuille Gisors, forage CV 1, dossier 125.8.2.
- Paléozoïque : (-1.390 m) quartzites.
- *Villequier* (76) : feuille Bolbec, forage VL 101, dossier 75.8.10.
- Permien inférieur : (- 484 m) le Permien a été reconnu ici sur 361,75 m sans en atteindre la base.
- *Bosguérard-de-Marcouville* (27) : feuille Elbeuf, forage Houlbec 1, dossier 123.2.1

Argile bariolée (-528,6 m) rangée dans le Paléozoïque, pourrait appartenir à du Permo-Trias.

Paléozoïque (-529,6) schistes lustrés, gréseux et micacés.

- *Rosny* (78) : feuille Mantes-la-Jolie, forage Rosny 1, dossier 151.6.3.
- Permo-Trias (-1.183 m) argile bariolée et grès, grès vert et rouge à passées conglomératiques.
- *Garencières* (27) : feuille Saint-André-de-l'Eure, forage Prey 1, dossier 180.2.1.
- Permo-Trias : (-861,6 m) argile bariolée sableuse avec intercalations de grès.
- Socle anté-Permien : (881,6 m) schistes lustrés.

1.2 JURASSIQUE

Les assises du Jurassique épaisses dans le nord-ouest du département : 1.025 m sur la feuille de Rouen-est (forage LF 101), s'amincissent en direction du sud-ouest. C'est également dans cette direction que les termes de base du Lias disparaissent en approchant du massif armoricain.

Trois schémas (figure n° 4) donnent les épaisseurs respectives du Jurassique inférieur, moyen et supérieur dans les principaux forages de la région.

- JURASSIQUE INFÉRIEUR

Les terrains du Lias sont bien représentés dans le nord-est du département, avec des passages de marnes, de calcaires, de marnes plus ou moins sableuses et d'argiles.

Les sédiments des étages inférieurs du Lias : Hettangien et Sinémurien ne se sont pas déposés au sud-ouest d'une ligne NW-SE passant approximativement par Elbeuf et Pacy-sur-Eure. Les terrains plus récents du Lias, alors transgressifs au-delà de cette ligne vers le sud-ouest, sur la marge orientale du massif armoricain, contiennent des calcaires et des marnes, avec localement des sables ou des galets à la base.

On peut noter également à la base du Toarcien, la présence du niveau classique des «schistes cartons» à faciès de marne bitumineuse : sondage de Prey 1 (feuille Saint-André-de-l'Eure) et sondage de Villequier 101, en dehors du département.

JURASSIQUE MOYEN : Bajocien-Bathonien

Il existe dans toute la région étudiée et surtout avec des faciès calcaires très variés ; détritiques, microcristallins. Des passages marno-calcaires ou marneux s'intercalent dans la série, le niveau des « Marnes à *Ostrea acuminata* » est signalé dans les forages de Ferrières-en-Bray et des Hogues. Les épaisseurs vont en diminuant vers l'ouest et le sud-ouest.

JURASSIQUE SUPÉRIEUR

La série dont il est tenu compte ici et qui va du Callovien au Portlandien, a été observée dans plusieurs forages avec des épaisseurs importantes : cependant, celles-ci diminuent vers l'ouest et le sud-ouest où le sommet des terrains d'âge jurassique supérieur est en outre érodé sous la transgression des terrains crétacés.

Le Kimméridgien érodé a été reconnu au sondage Villequier 101 (feuille Bolbec) ; cet étage est également connu sous le Crétacé dans la région de Cormeilles (feuille Brionne). Plus au sud près d'Orbec, ce sont les terrains de l'Oxfordien qui viennent directement sous le Crétacé.

Dans l'ensemble du Jurassique supérieur, les niveaux argileux ou marneux sont épais. Il s'y intercale des niveaux calcaires : faciès des calcaires « rauraciens » et localement des passages gréseux ou sableux : « sables de Glos » à la partie supérieure de l'Oxfordien.

1.3. CRÉTACE INFÉRIEUR

Dans le nord-est, le Crétacé débute par des dépôts continentaux qui ne deviennent épais que dans le Pays-de-Bray. Ici, en effet (feuille de Gournay) le Wealdien : sables à lentilles d'argiles peut atteindre 50 à 100 m et le Barrémien : argiles panachées, environ 25 m.

Dans la région de Gisors et dans celle de Mantes, ces niveaux atteignent en tout environ 50 m. Dans le reste du département, ces terrains sont absents ou très réduits.

Au nord-ouest, dans le Lieuvin, les terrains crétacés débutent par une série marine d'âge aptien, avec des sables parfois précédés d'une argile micacée. Selon P. JUIGNET (1974) cette série épaisse de près de 20 m dans le sud du Lieuvin a été reconnue sur 56 m à Toutainville. Les sables existeraient également dans le Pays-d'Ouche avec une épaisseur réduite.

A l'Albien, le faciès classique des « sables verts » glauconieux débute généralement l'étage. Cependant dans le Lieuvin, on trouve un sable grossier argileux et ferrugineux épais de quelques mètres, le « Poudingue ferrugineux ».

Au-dessus de ces termes de base, des argiles terminent la série albienne : argile sombre du Gault et parfois les argiles de la Gaize au sommet. Ce dernier niveau, dont la présence est irrégulière, correspond le plus souvent à une argile de couleur claire, silteuse à nodules et plaquettes de cherts.

L'ensemble de ces faciès albiens est généralement bien différencié sur le territoire du département au nord-est d'une ligne tracée du Havre à Bernay et Verneuil. Au sud-ouest de cette ligne par contre on n'observe plus qu'un faciès assez littoral d'épaisseur réduite, la « Glauconie » argile verte parfois sableuse qui se confond d'ailleurs avec le même faciès situé à la base du Cénomanien.

Dans la région de Rouen, les sables albo-aptiens et les argiles albiennes ; parfois mal différenciés en forage, varient de 40 m à près de 10 m (forêt de Lyons).

Ailleurs, on relève les épaisseurs suivantes :

- *Sables albo-aptiens* :

85 m dans la région de Gisors, 25 m près d'Elbeuf, environ 50 m près d'Evreux, 39 m près de Saint-André-de-l'Eure. Sur la carte Brionne, ce niveau varie de 70 m dans la basse vallée de la Risle à 15 m près de Cormeilles.

- *Argiles albiennes* :

47 m près de Gisors, 9 m dans la région d'Elbeuf, 10 à 20 m près d'Evreux, 18 m près de Saint-André-de-l'Eure et parfois 20 m sur la carte Brionne.

1.4. CRÉTACE SUPÉRIEUR

Alors que la série crayeuse d'âge crétacé supérieur est assez complète de l'est au nord du département où affleure parfois la craie campanienne, l'épaisseur des terrains crayeux diminue vers l'ouest et surtout vers le sud-ouest. Dans ce dernier cas, en particulier, on n'a plus à l'affleurement que des craies du Cénomanien ou parfois du Turonien.

Dans le nord-est, où la craie campanienne est bien représentée, l'ensemble de la série crayeuse peut atteindre 250 à plus de 300 mètres.

CENOMANIEN

Suivant une coupe régionale synthétique, on peut distinguer de haut en bas :

- craie blanche plus ou moins riche en chailles,
- craie glauconieuse,
- niveau de base très glauconieux.

Le niveau de «Glauconie» de base peu ou non consolidé est généralement réduit à un ou quelques mètres. Ce niveau et la craie glauconieuse correspondent au Cénomanien inférieur, tandis que la craie blanche, lorsque la série est complète, appartiennent au Cénomanien moyen et supérieur. Alors que la craie blanche peut atteindre 15 à 20 mètres, elle est réduite à 2 ou 3 mètres sur une ride NW-SE observée à Pavilly, Rouen et Vernon.

TURONIEN

La craie de cet étage est en général très tendre sauf à la partie supérieure où apparaissent des bancs de craie indurée parfois dolomitique avec des épaisseurs variant du mètre à environ 10 mètres.

Alors que la majeure partie de la craie est dépourvue de silex, c'est également à la partie supérieure de l'étage que ceux-ci deviennent progressivement plus fréquents. Cependant, la craie du Turonien moyen contient des silex dans les régions de Beaumont et de Breteuil.

Dans les régions de Rouen et de Pont-Audemer, la base de l'étage est marquée par le «blanc vert» qui contient des galets de craie verdâtre et indurés.

On relève des épaisseurs notables de craie dans l'est et le nord-est : 90 à 110 m près de Gisors, 90 m près de Gournay. On note encore 80 m à Rouen, 60 à 80 m à Elbeuf et près de 60 m à Breteuil-sur-Iton. Dans la région de Pont-Audemer, la notice de cette carte ne signale que 10 m.

SENONIEN : Coniacien, Santonien, Campanien

Les silex sont généralement fréquents dans l'ensemble de la craie sénonienne.

a) Coniacien

La craie gris-blanchâtre de cet étage est généralement assez ferme ou même elle est très indurée à la partie inférieure dans toute la région étudiée où l'on note la présence de bancs de calcaires parfois dolomitiques sur quelques mètres à environ 15 mètres. Sur la feuille Rouen-est, un niveau de craie à éléments de brèche dolomitique marque le sommet de l'étage.

La craie coniacienne, épaisse de 30 à 50 mètres, atteint parfois 70 mètres (feuille Rouen-ouest).

b) Santonien

La craie est plus blanche et plus tendre que celle du Coniacien. Cependant, on note localement des niveaux en bancs indurés, parfois dolomitiques : environ 5 m à la base de l'étage, feuille Gournay. Ce même faciès peut être observé sur 10 à 15 m au sommet de l'étage sur les feuillets Gisors, Evreux et Saint-André-de-l'Eure.

L'épaisseur de la craie santonienne varie de 30 à 60 m.

c) Campanien

Craie blanche assez tendre où les silex, rares et petits à la base de l'étage, deviennent plus fréquents et plus gros à la partie supérieure. Ici, on note à certains niveaux des silex à partie blanc-rosé (feuilles Saint-André-de-l'Eure et Evreux).

La craie campanienne peut atteindre 50 à 80 m d'épaisseur.

1.5. TERTIAIRE

Le Tertiaire est représenté à l'est du département par des formations argileuses à argilo-sableuses à la base : Thanétien, Yprésien, surmontées par les sables du Cuisien, les calcaires du Lutétien dont les niveaux inférieurs sont généralement absents. Les derniers niveaux de l'Eocène sont constitués par des calcaires appartenant au Bartonien. Enfin, localement, et reposant indifféremment sur les formations précédentes voire sur la craie à la faveur de dépressions karstiques existent quelques gisements sableux appartenant au Stampien (Oligocène).

L'ensemble des formations tertiaires, diversement réparties dans cette série, atteignent environ 160 m d'épaisseur.

Pour couronner la série tertiaire, il faut noter également l'existence des sables de Lozère, sables grossiers d'âge pliocène, qui ne subsistent plus que dans quelques affleurements isolés sur le Crétacé ou le reste du Tertiaire suivant une bande large de 50 km et orientée du sud-est au nord-ouest. Ce sillon de dépôt aborde le département entre Saint-André-de-l'Eure et Gisors et se dirige vers la Manche en passant entre Pont-Audemer au sud et Doudeville au nord (Pays-de-Caux).

Ces sables atteignent parfois 10 à plus de 20 m d'épaisseur.

1.6. QUATERNaire

La formation résiduelle à silex recouvre d'un manteau continu les terrains crétacés des plateaux. Epaisse en moyenne de 5 à 10 m vers le nord-est, elle devient plus épaisse dans le sud-ouest du département où elle peut atteindre 20 à 30 m ou plus.

Des limons recouvrent localement les plateaux ainsi que certains versants protégés des vents dominants. Dans le sud-ouest du département, ces limons sont assez argileux et les terres de culture doivent être drainées.

Les alluvions fluviatiles sont bien développées dans les vallées humides, tandis que des vestiges d'alluvions anciennes sont parfois conservées dans des terrasses diversement étagées au-dessus des cours d'eau. Les affleurements de cailloutis alluviaux les plus notables ont déjà été exploités dans les vallées principales.

2) STRUCTURE TECTONIQUE (figure n° 5)

L'inclinaison du toit du socle ancien reste mal connue ici, mais grâce aux données des forages voisins du département, on peut estimer qu'il y a un relèvement des couches vers le nord-est en approchant du Pays-de-Bray et vers le sud-ouest en direction du massif armoricain dans le sud-ouest du département.

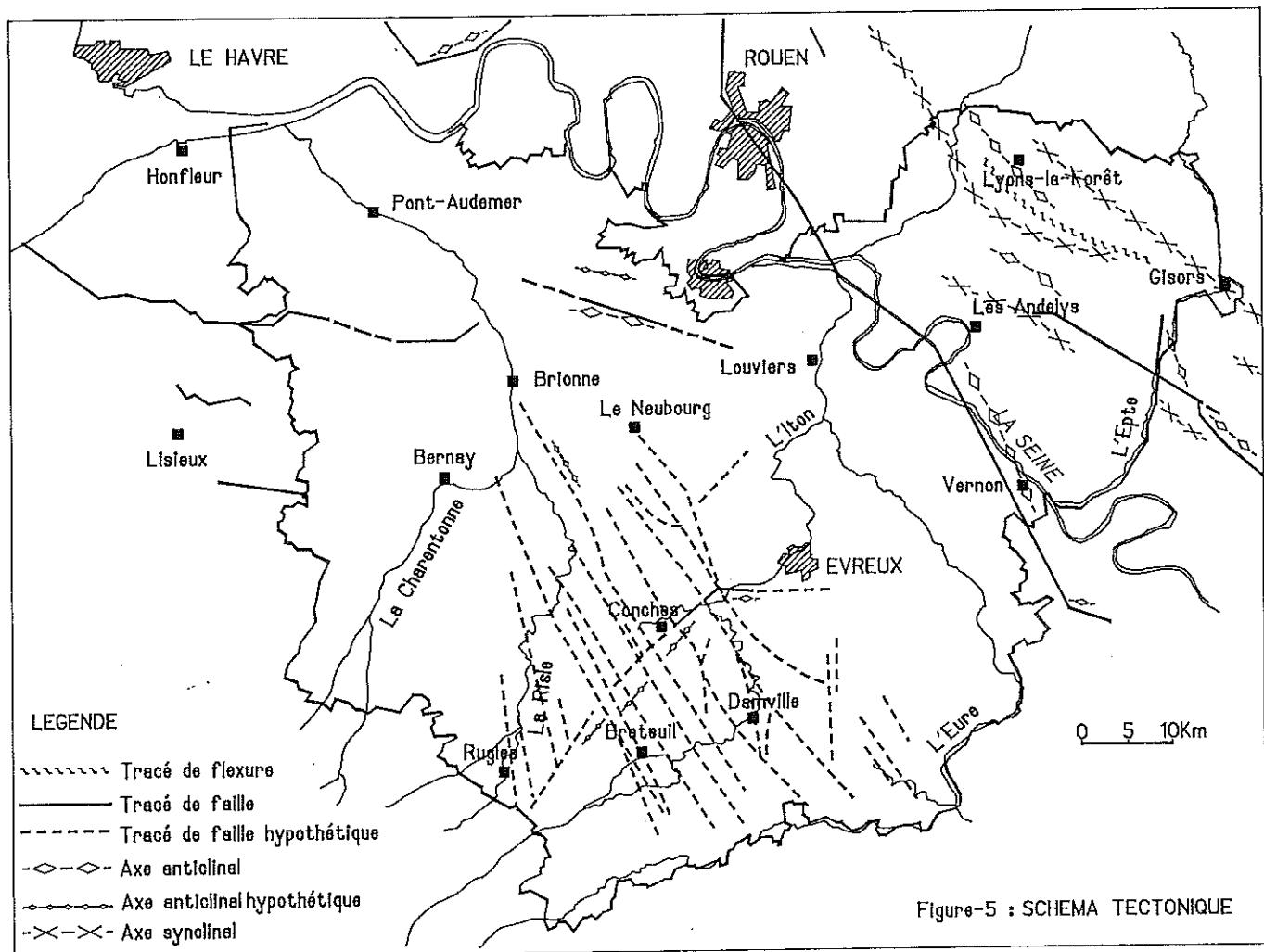
La plupart des traits structuraux ont une orientation N.N.W.-S.S.E. ou N.W.-S.E.

En majeure partie, les anticlinaux sont localisés immédiatement au nord-est de failles ou de flexures. C'est le cas des anticlinaux situés au nord-est de la Seine : Vernon, La Chapelle-en-Vexin, Ecous et Lyons-la-Forêt.

Par contre, les anticlinaux du Roumois et d'Aulnay-sur-Iton près d'Evreux sont situés au sud de failles.

Les principaux axes syncliniaux sont situés au nord-est de la Seine : région des Andelys, synclinal de Blainville-Crevon, Etrépagny, synclinal de Tronquay au nord de Lyons-la-Forêt qui se prolonge dans la région de Gisors.

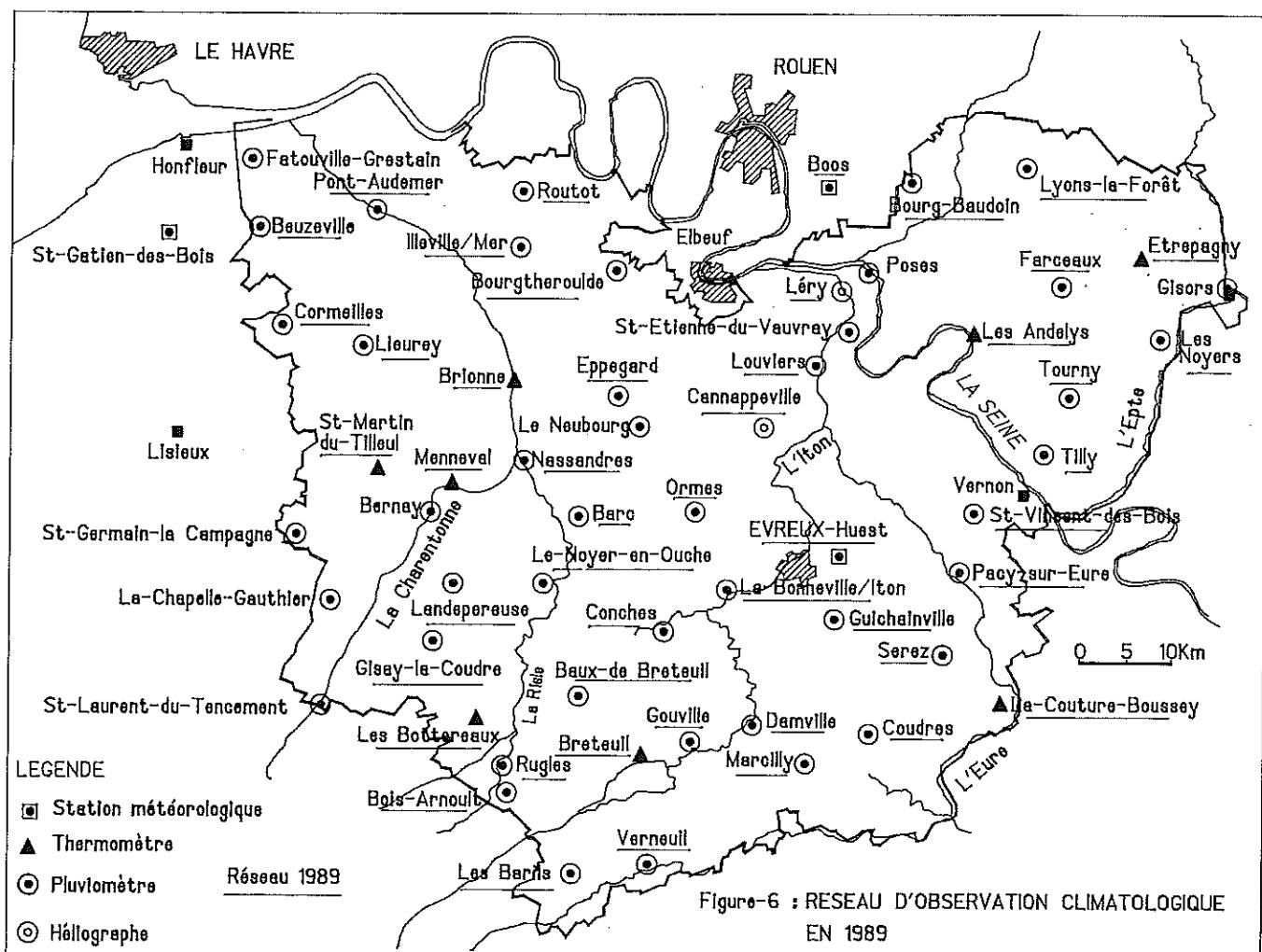
Parmi les accidents majeurs, il faut noter la «faille de la Seine N.W.-S.E.» trace d'un événement important et ancien à l'échelle du bassin de Paris.



Chapitre III. – Éléments de climatologie

1) LE RÉSEAU D'OBSERVATIONS CLIMATOLOGIQUES

Le réseau actuel (voir fig. n° 6) est d'une densité variable selon les paramètres :



Précipitations (P) : 40 postes (réseau Météorologie Nationale + réseau complémentaire du SRAE)

Température (t°) : 13 postes

Insolation (Ig) : 3 postes.

En 1989, la répartition des postes de pluviométrie et de thermométrie est homogène sur le département.

Les trois héliographes sont concentrés dans la basse vallée de l'Eure (Evreux-Huest, Canappeville, Léry). L'ancienneté des observations est elle aussi très variable et il est difficile d'obtenir des moyennes significatives sur l'ensemble de l'Eure sans avoir recours à des périodes différentes et à des postes aujourd'hui disparus.

2) PLUVIOMÉTRIE

2.1. PRÉCIPITATIONS MOYENNES (Tableau n° 4)

Elles ont été calculées à l'aide des chroniques d'observation les plus longues, c'est-à-dire sur les périodes 1891-1930 pour 14 postes, et 1931-1960 pour 10 postes.

Tableau n° 4 - PRÉCIPITATIONS MOYENNES SUR LE DÉPARTEMENT DE L'EURE
AUX POSTES SUIVIS LE PLUS LONGUEMENT (en mm) d'après J. SANSON et l'O.N.M.

POSTES	Alt.	Période	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total
GISORS	54	1891-1930	61	51	48	43	55	55	58	49	51	71	63	74	679
POSES	11	1891-1930	48	29	45	42	44	45	69	53	40	72	59	50	607
RUGLES	215	1891-1930	41	37	46	43	45	46	57	44	41	68	58	64	590
MENNEVAL	130	1931-1960													720
LE NEUBOURG	140	1891-1930	55	42	47	47	56	54	63	58	49	65	60	68	664
BRIONNE	63	1891-1930	53	41	52	46	52	63	60	54	48	72	63	74	678
BRIONNE	50	1931-1960													691
PONT-AUDEMER	8	1891-1930	58	47	55	53	52	53	67	64	57	82	74	81	743
PONT-AUDEMER	8	1931-1960													715
FATOUVILLE	96	1891-1930	66	48	57	50	52	57	72	68	69	89	82	87	787
VERNEUIL	178	1891-1930	45	36	49	43	51	58	60	45	42	63	55	56	603
VERNEUIL	178	1931-1960													616
DAMVILLE	135	1891-1930	38	33	49	40	48	47	58	49	42	75	47	52	578
SAINT-ANDRE	141	1891-1930	47	38	41	42	45	53	52	40	48	55	54	57	572
LA BONNEVILLE	87	1891-1930	48	39	46	47	53	52	61	49	52	58	58	65	628
EVREUX	68	1891-1930	40	37	43	42	48	53	57	43	44	61	49	46	563
EVREUX	68	1931-1960													587
PACY	46	1891-1930	47	37	42	43	48	55	53	43	50	65	53	62	598
ST-ETIENNE-DU-VAUVRAY	12	1891-1930	45	37	45	42	44	50	63	48	47	66	55	68	610
LES ANDELYS		1931-1960													705
BRETEUIL		1931-1960													630
CANAPPEVILLE		1931-1960													680
CONCHES		1931-1960													584
LYONS-LA-FORÊT		1931-1960													796
GOURNAY	101	1891-1930	58	46	47	51	50	54	60	55	53	74	71	83	702
GOURNAY	101	1931-1960													725
MARTAINVILLE	159	1891-1930	63	58	59	55	57	55	70	66	59	75	76	89	782
ELBEUF	7	1891-1930	54	40	46	48	52	50	64	55	47	68	65	72	661
ROUVRAY	11	1891-1930	59	49	52	51	50	53	65	54	52	71	68	77	701
ROUVRAY	11	1931-1960													737
LISIEUX	44	1891-1930	66	55	64	58	60	55	70	64	55	83	79	87	796
LISIEUX	44	1931-1960													823
PONT-L'ÉVÈQUE	13	1891-1930	62	66	68	71	75	68	74	58	68	88	94	103	895
LISORES	170	1891-1930	62	48	56	58	65	61	69	61	56	74	73	84	767
SAINT-GATIEN		1931-1960													767
LE SAP		1931-1960													848
GACE	199	1891-1930	69	64	65	56	61	50	58	40	38	88	86	73	748
L'AIGLE	242	1891-1930													715
DREUX		1981-1930													551

Ces données sont complétées par les moyennes calculées sur des postes de départements voisins, 10 pour 1891-1930, 5 pour 1931-1960.

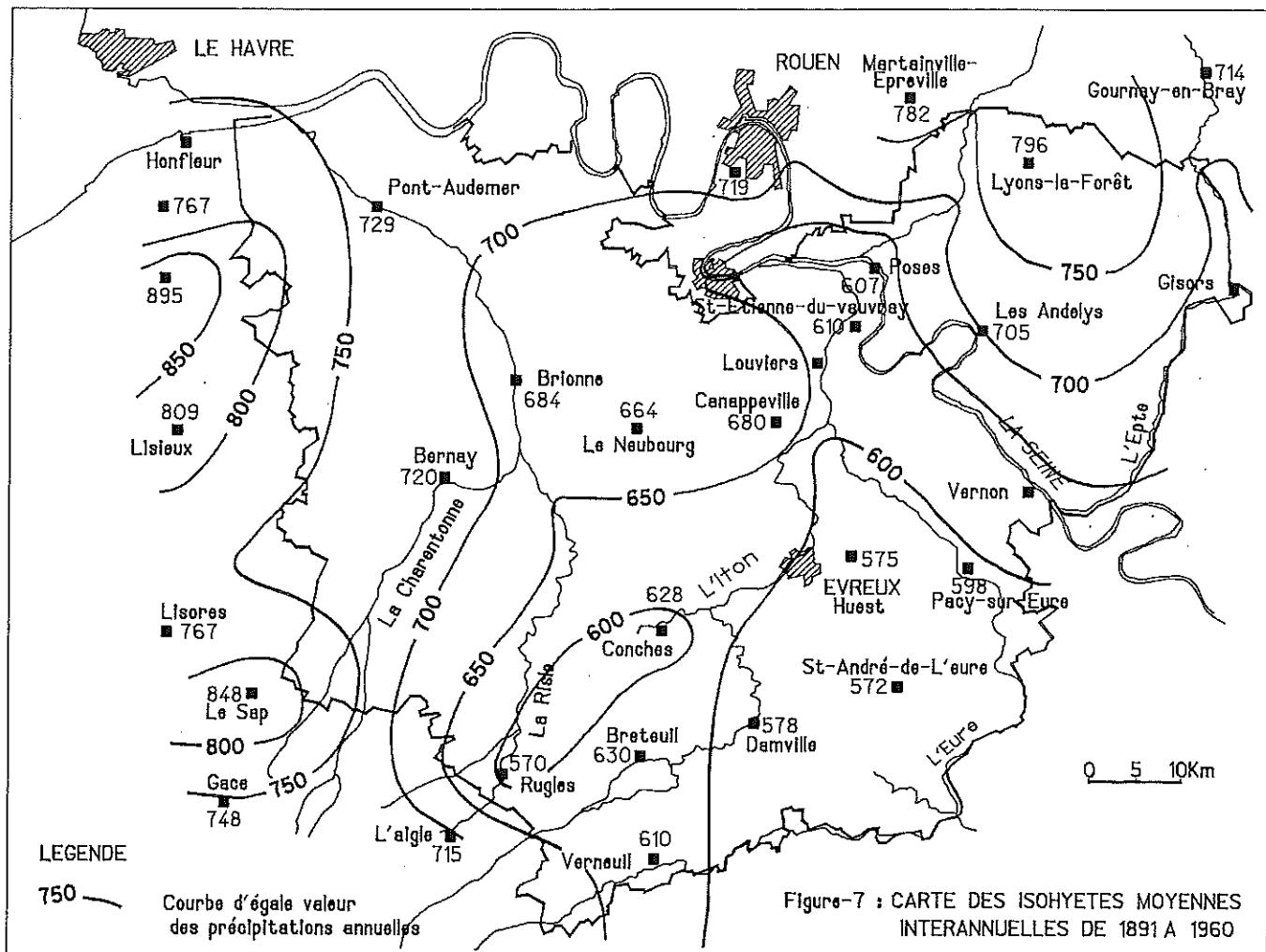
Sur cet ensemble, seulement 7 postes fournissent des données de 1891 à 1960. La comparaison des moyennes ainsi obtenues montre qu'elles ne varient pas de plus de 5 % d'une période à l'autre.

Nous disposons donc pour l'ensemble du département et ses abords immédiats de 32 postes fournissant des moyennes de précipitations sur 30, 40 ou 70 ans que l'on peut considérer comme stables. Leur répartition et leur densité permettent de tracer une carte des courbes isohyètes moyennes inter-annuelles (cf. fig. n° 7).

La pluviosité moyenne est maximale au nord et à l'ouest de l'Eure et décroît rapidement vers le sud-est du département. Un axe principal de faible pluviosité apparaît sur la carte, de Poses à Dreux en passant par Évreux. Un axe secondaire va de Rugles à Évreux par Conches.

Ainsi le Vexin, le Roumois et le Lieuvin sont en moyenne beaucoup plus arrosés que le Pays d'Ouche et surtout le plateau de Saint-André.

Le volume moyen d'eau précipité annuellement sur 1 km² s'élève à près de 800.000 m³ dans la Forêt de Lyons et à 750.000 m³ dans le Lieuvin. Il n'est plus que de 600.000 m³ entre la Risle et l'Eure.



2.2. VARIABILITÉ INTER-ANNUELLE

A Évreux, les précipitations sont enregistrées en continu depuis 1886 (cf. fig. n° 8). Le poste d'observation a changé en 1966, passant d'Évreux ville à Évreux-Huest.

L'examen de cette longue série de précipitations annuelles met en évidence la variabilité temporelle de la pluviosité. Les valeurs extrêmes sont dans un rapport de 1 à 3,3 (304 mm en 1921, 994 mm en 1910).

L'histogramme des fréquences relatives cumulées (fig. n° 9) montre une répartition bimodale des pluies avec un pic pour la classe 500-550 mm (23 %) et un second pour la classe 700-750 (14 %), il faut voir là l'influence de plusieurs types de temps sur la région.

Selon l'histogramme des fréquences relatives cumulées (fig. n° 9), le premier décile (valeur dépassée 9 fois sur 10) est 450 mm, le dernier décile (valeur dépassée 1 fois sur 10) est 775 mm.

Malgré cette variabilité, la répartition des précipitations annuelles sur le département garde la même configuration que celle de l'année moyenne (fig. n° 7) qu'il s'agisse d'une année très pluvieuse comme 1988 (fig. n° 11) ou très déficitaire comme 1976 (fig. n° 10).

2.3. RÉPARTITION SAISONNIÈRE

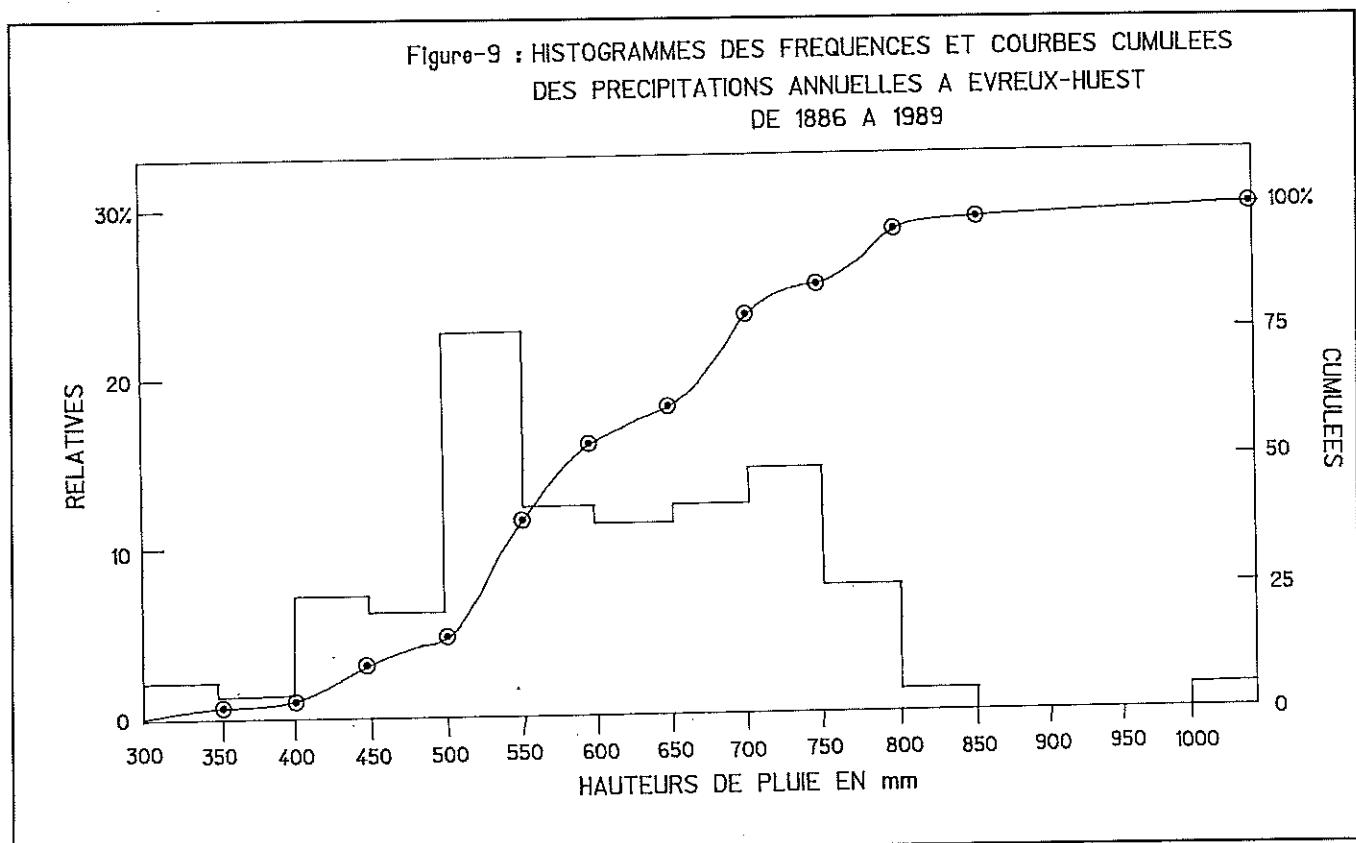
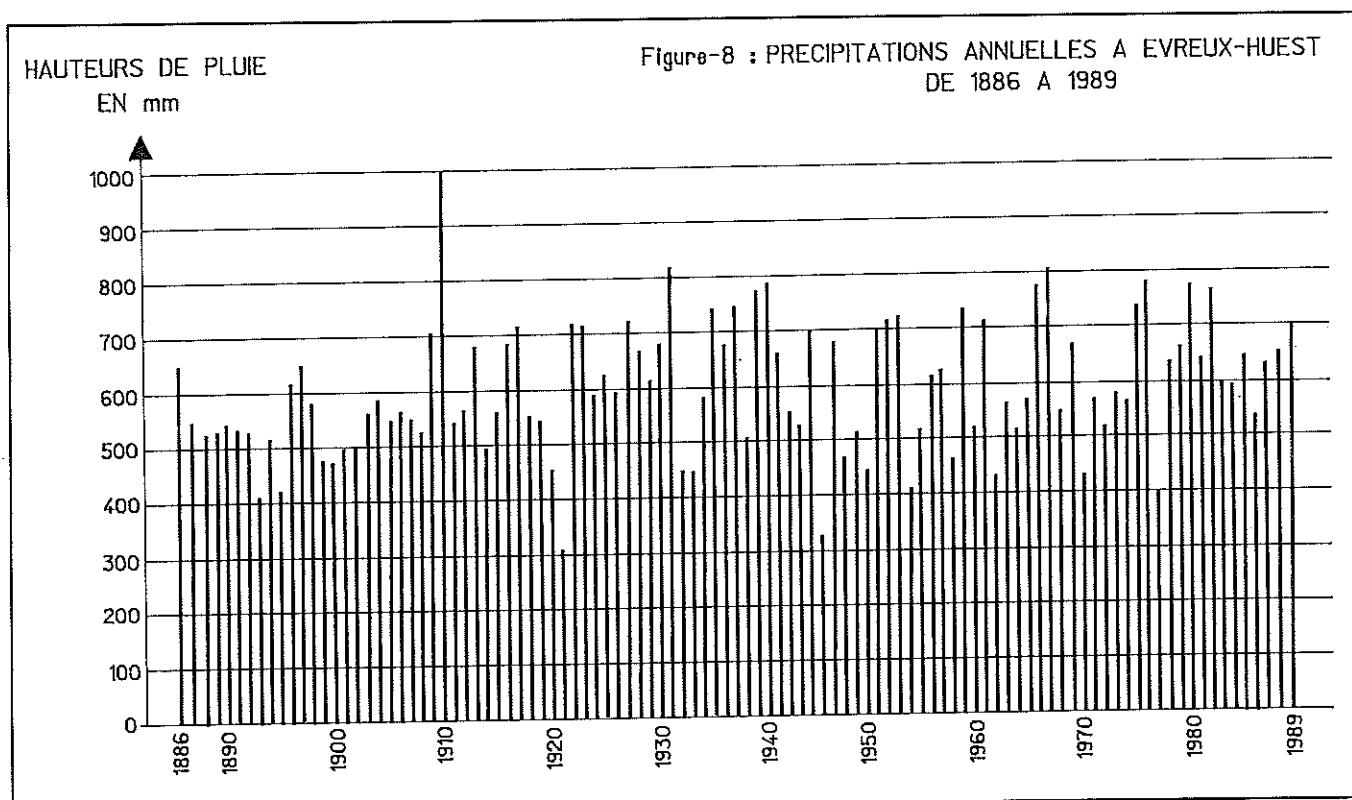
Le tableau n° 4 comporte les pluies mensuelles moyennes de 1891 à 1930 sur 22 postes.

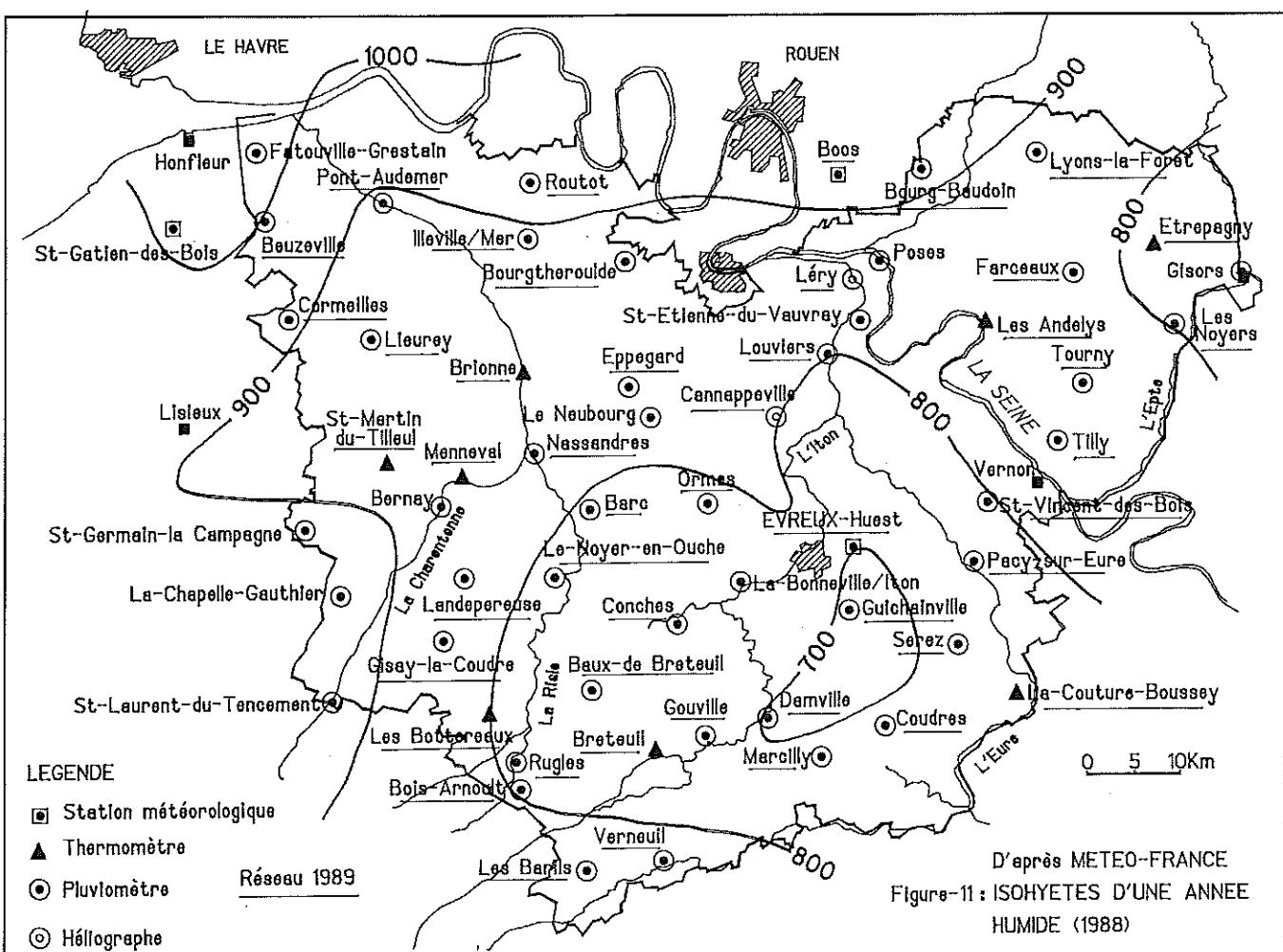
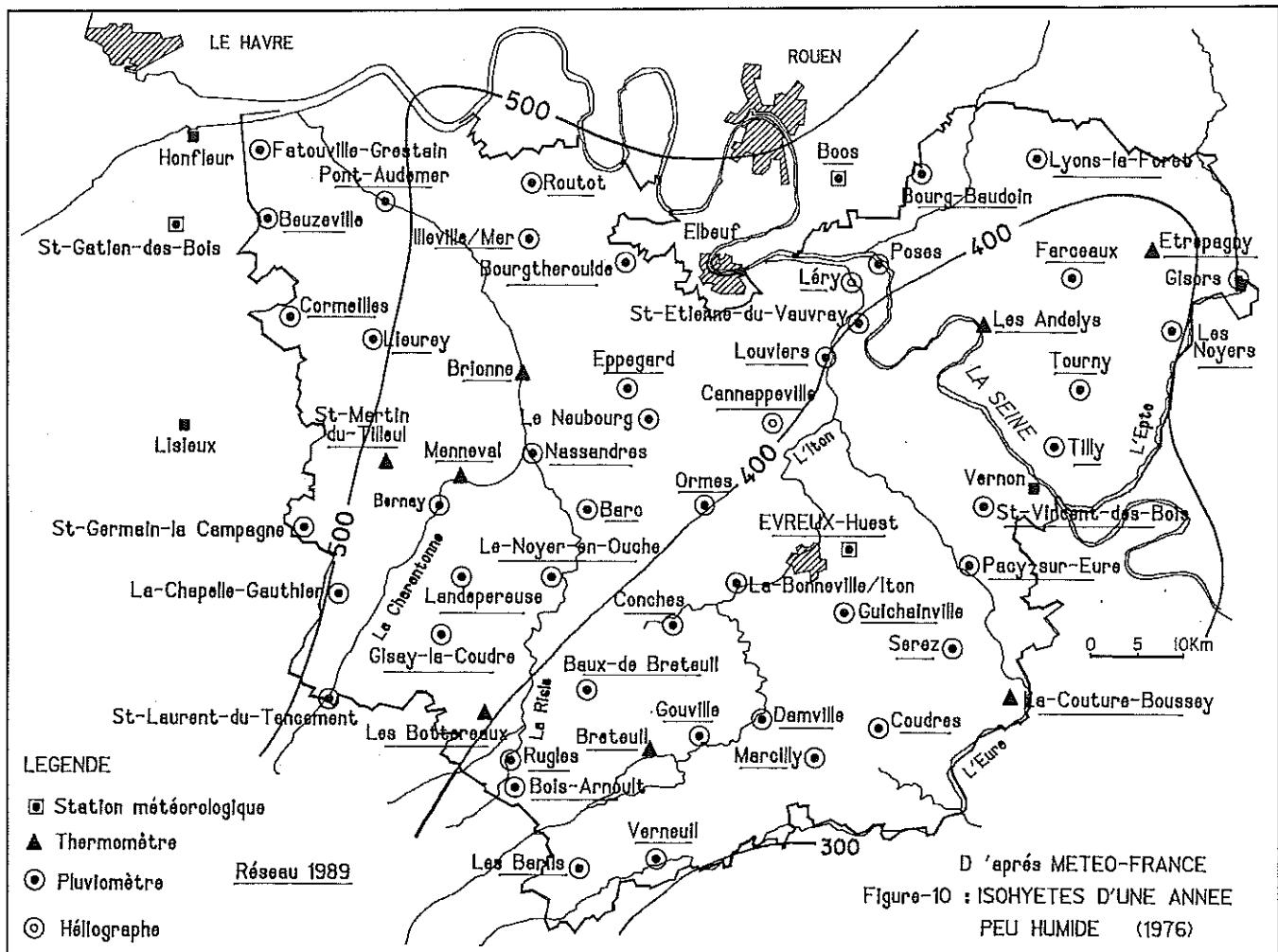
On remarque que les mois les plus humides sont octobre, novembre et décembre. Les orages de juillet en font un mois pluvieux sur tout le département. Par contre, le mois de février est le plus sec, avril, août et septembre sont également peu arrosés. La répartition saisonnière est la suivante sur l'ensemble des postes : J.F.M. 20 à 24 %, A.M.J. 20 à 25 %, J.A.S. 23 à 27 %, O.N.D. 28 à 33 %.

L'automne est la saison la plus humide, mais les différences saisonnières sont faibles.

De même, le nombre de jours de pluie est peu variable d'une saison à l'autre. Pour Évreux, de 1925 à 1939, la répartition moyenne est la suivante :

J.F.M. 41 jours, A.M.J. 37 jours
J.A.S. 42 jours, O.N.D. 44 jours.





3) TEMPÉRATURE, INSOLATION, VENTS

3.1. TEMPÉRATURE

Les postes thermométriques sont peu nombreux et la plupart des séries de mesures sont courtes. Les données disponibles permettent d'admettre avec J. SANSON (1) que la température moyenne sur l'Eure est relativement uniforme et stable aux environs de 10 °C.

A Évreux, les relevés de la période 1961-1985 ont permis le calcul des températures moyennes mensuelles suivantes :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
2,9	3,8	5,9	8,6	11,9	15,2	17,3	17	14,8	10,8	6,2	3,5	9,8

3.2 INSOLATION

Il n'y a que trois héliographes dans le département, ils sont tous situés dans la basse vallée de l'Eure. La seule série de mesures suffisamment longue pour le calcul d'une moyenne est celle d'Évreux de 1951 à 1970.

Les durées d'insolation h, la durée astronomique du jour H et l'énergie de radiation IgA sont données en valeurs mensuelles moyennes par le tableau ci-dessous :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
h	60	85	145	185	220	231	235	200	165	125	60	50
H 49°	269	286	369	412	476	486	488	447	378	335	275	256
Ig A 49°	236	374	573	771	922	983	931	806	617	417	260	194

H et h en heures par mois. Ig A en calories par cm² et par jour, à 49° de latitude nord.

3.3. VENT

Seule la station de la Météorologie Nationale à Évreux-Huest dispose d'un anémomètre, les données enregistrées ont permis le calcul de la fréquence annuelle moyenne du vent de 1968 à 1980 (fig. n° 12).

Les vents dominants ont une direction comprise entre 120° et 160° ouest (22 %).

Les vents de direction comprise entre 80° et 140° est sont rares.

Les vents les plus violents viennent des secteurs sud-ouest, ouest et nord-ouest de décembre à mars principalement.

Ces observations ne sont pas valables pour la région de l'Eure située près de l'estuaire de la Seine.

Les mesures effectuées à l'avant port du Havre donnent en effet une répartition annuelle des vents toute différente de celle d'Évreux-Huest (fig. n° 13).

Les vents dominants sont de directions comprises entre 60° et 120° est (28 %), leur vitesse dépasse rarement 10 m/s. Une direction secondaire est comprise entre 40° et 80° ouest (22 %), ces vents sont violents et dépassent souvent 16 m/s en particulier de décembre à mars.

4) ÉVAPOTRANSPIRATION

Il n'y a pas de longue série de mesures de l'évapotranspiration dans le département de l'Eure.

La seule approche possible de ce facteur climatique est l'estimation par des formules :

- Formule de Turc pour le calcul de l'évapotranspiration potentielle mensuelle (E.T.P)

$$E.T.P. = 0,40 \cdot \frac{t}{t+15} \cdot (Ig + 50)$$

(1) (Voir bibliographie).

t : température moyenne du mois considéré.

Ig : radiation moyenne en $\text{cal/cm}^2/\text{jour}$, est calculée avec la formule:

$$Ig = Ig A \left(0,18 + 0,62 \cdot \frac{h}{H} \right)$$

$Ig A$, h et H ont été définis au paragraphe 3.3.2.

Figure-12 : FREQUENCE ANNUELLE MOYENNE DU VENT A EVREUX HUEST
1971 - 1980 d'après METEO FRANCE

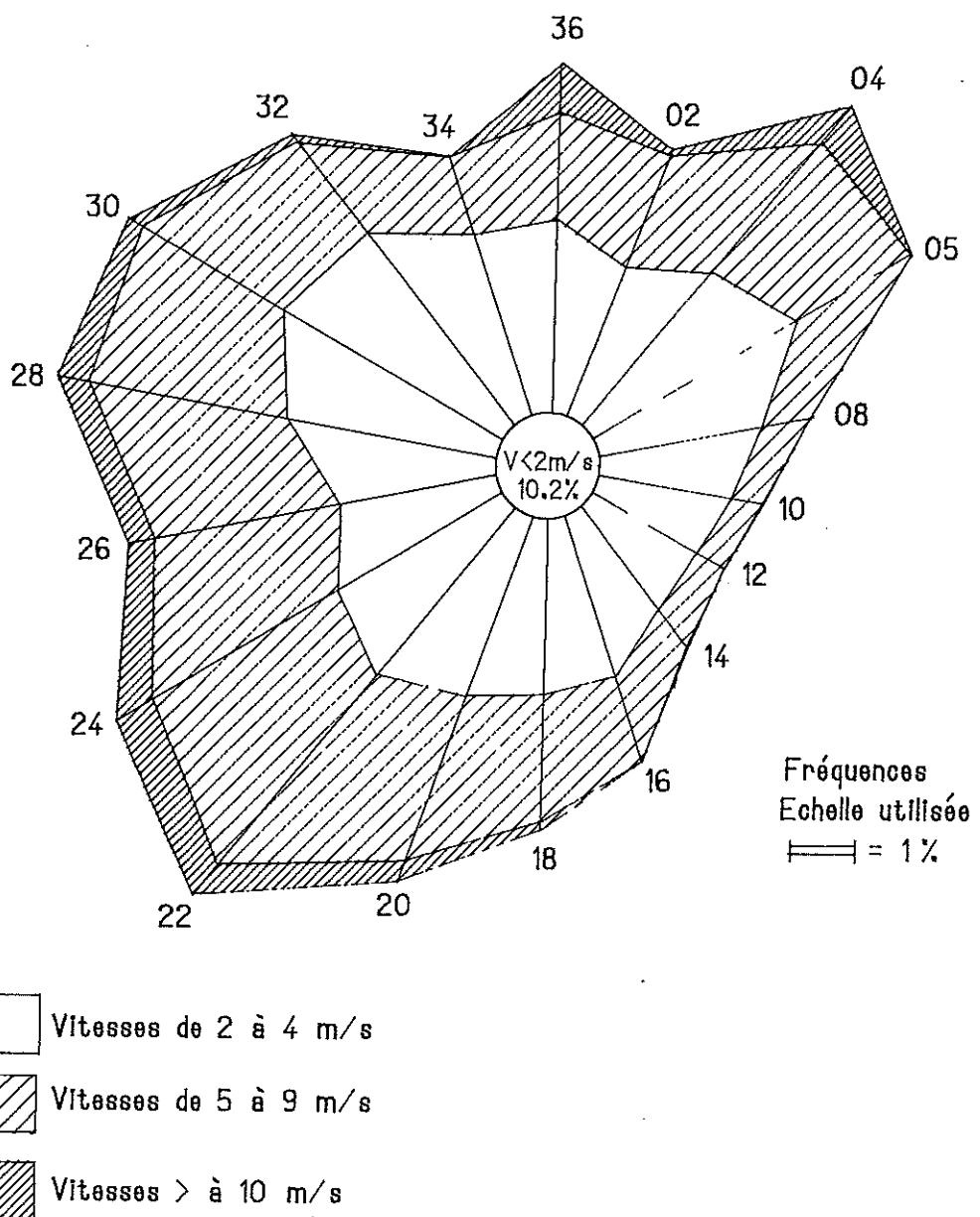
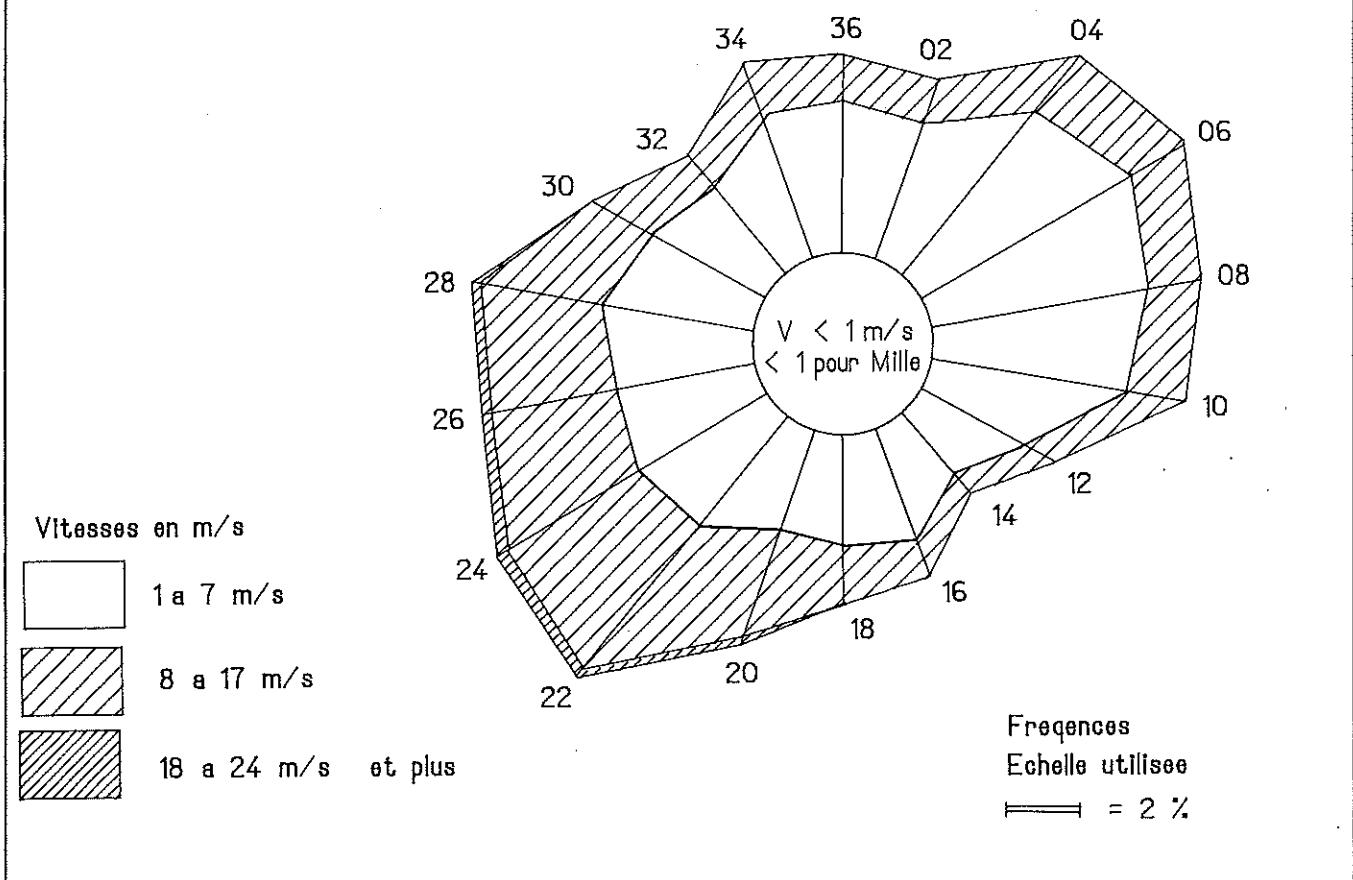


Figure-13 : FREQUENCE ANNUELLE DES VENTS AU HAVRE (La Heve)
1951 - 1980



- Formule de Turc pour le calcul de l'évapotranspiration réelle annuelle :

$$E.T.R. = \frac{P}{V \cdot 0,9 + \frac{P^2}{L^2}}$$

où P est la pluie annuelle

et $L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$, T étant la température moyenne annuelle.

4.1. ÉVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE MENSUELLE A ÉVREUX

A Évreux-Huest, en prenant les températures moyennes mensuelles (1971-1988) et les durées d'insolation moyennes mensuelles (1971-1988), on obtient les E.T.P. mensuelles moyennes suivantes :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
9	14	31	56	77	97	101	103	66	37	17	10	618

4.2. ÉVAPOTRANSPIRATION RÉELLE ANNUELLE

En admettant que la température moyenne sur une longue période est de 10 °C, il est possible d'appliquer la formule de Turc à chaque poste pluviométrique disposant d'une moyenne inter-annuelle des précipitations.

Le calcul a été effectué sur les 35 postes situés dans l'Eure ou à proximité (voir tableau n° 5). La zonalité de l'E.T.R. calculée par la formule de Turc est évidemment semblable à celle des précipitations puisque la température est considérée uniforme sur le département. Par contre, l'amplitude des variations est atténuée, l'E.T.R. annuelle moyenne varie de 419 mm à Dreux pour 551 mm de pluies à 524 mm à Beuzeville pour 1.023 mm de pluies.

Tableau n° 5
ÉVAPOTRANSPIRATION RÉELLE ET PLUIE EFFICACE ANNUELLES MOYENNES
DANS LE DÉPARTEMENT DE L'EURE

POSTE	P	ETR	P eff.	POSTE	P	ETR	P eff.
LES ANDELYS	710	468	242	LIEUREY	888	505	383
LES BAUX-DE-BRETEUIL	642	458	214	LOUVIERS	724	472	252
BEUZEVILLE	1 023	524	499	LYONS-LA-FORÊT	823	493	329
LES BOTTEREAUX	763	481	382	MENNEVAL	789	487	302
BRETEUIL	635	447	188	NASSANDRES	752	478	274
BRIONNE	743	476	267	NOYERS	714	469	245
CANAPPEVILLE	693	464	229	ORMES	722	471	251
CONCHES	658	454	204	PACY	609	438	171
COUDRES	661	455	206	PONT-AUDEMER	760	480	280
LA COUTURE-BOUSSEY	661	455	206	ROUEN	719	473	246
DAMVILLE	647	450	196	ROUTOT	787	486	301
DREUX	551	419	132	SAINTE-GATIEN	767	484	283
EPEGARD	760	480	280	SAINT-GERMAIN-LA-CAMPAGNE	848	498	350
ETREPAGNY	676	459	217	LE SAP	848	498	350
EVREUX	592	432	159	SEREZ	559	420	139
GUICHAINVILLE	641	449	192	TILLY	740	476	264
ILLEVILLE	818	493	325	VERNEUIL	587	431	156
LERY	788	486	302				

5) PRÉCIPITATIONS EFFICACES

C'est l'excédent des précipitations sur l'évapotranspiration réelle.

$$P_{\text{eff}} = P - E.T.R.$$

5.1. PRÉCIPITATIONS EFFICACES MOYENNES

Sur une période telle que les variations de réserve en eau du sol soient nulles et là où le ruissellement est négligeable, les précipitations efficaces équivalent à l'alimentation des nappes. Ces conditions sont réunies sur une année et pour les bassins crayeux de la région normande.

Cette méthode permet l'estimation de l'alimentation moyenne inter-annuelle de la nappe de la craie à partir des données des 32 postes pluviométriques disposant des moyennes annuelles de précipitations et d'évapotranspiration (tableau n° 5).

Les points sont assez bien répartis sur le territoire de l'Eure et l'amplitude des variations est suffisante pour que soit tracée une carte des précipitations efficaces (fig. n° 14) du département de l'Eure.

La zonalité des précipitations se retrouve très accentuée. De plus de 300 mm au nord et à l'ouest du département, les précipitations efficaces passent à près de 150 mm au sud-est. L'alimentation de la nappe de la craie est deux fois plus forte à Beuzeville (499 mm) qu'à Serez (139 mm).

5.2. VARIABILITÉ INTER-ANNUELLE

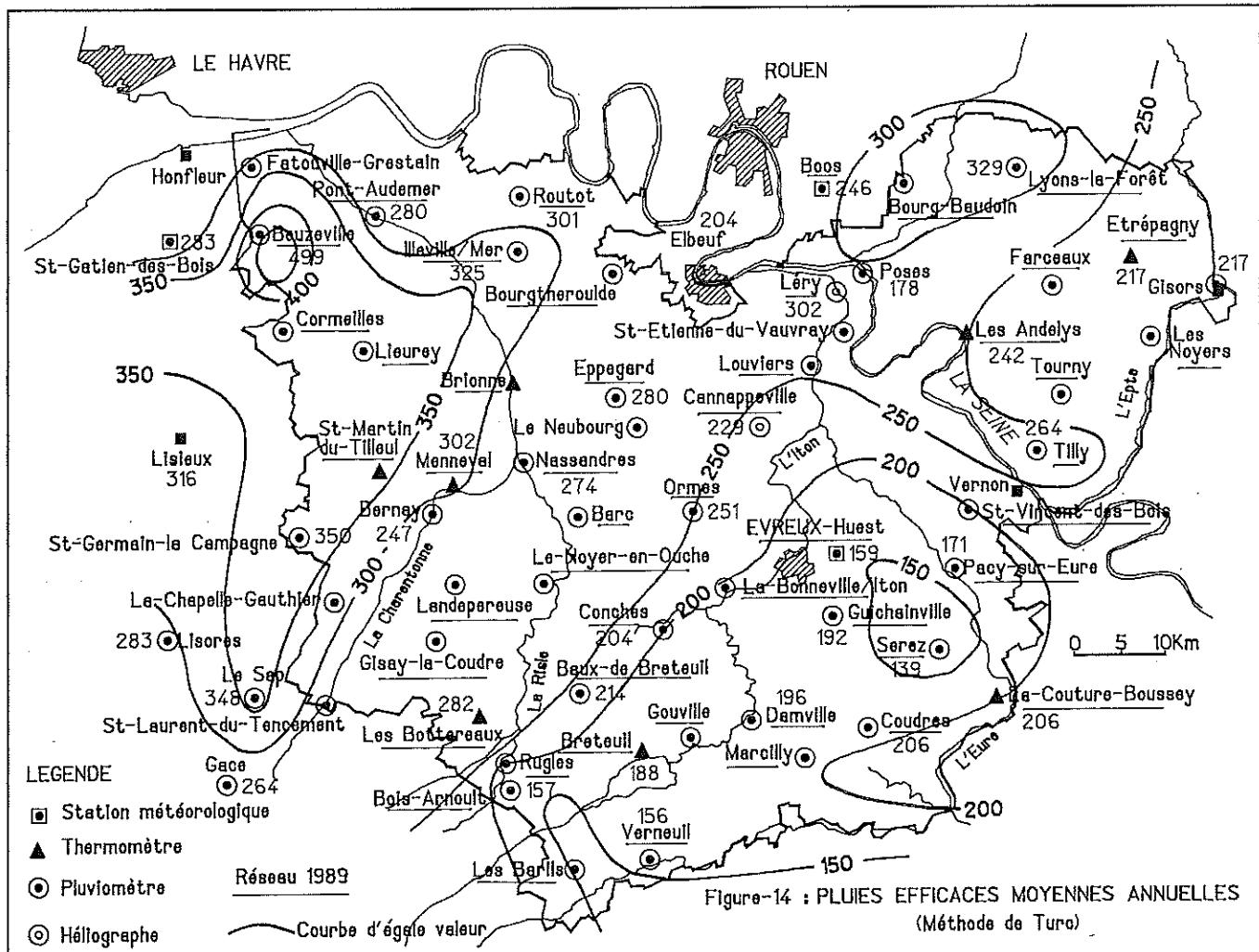
La longue série de précipitations annuelles à Évreux depuis 1886 a permis de déterminer les valeurs dépassées 9 fois sur 10 (1^{er} décile) et 1 fois sur 10 (dernier décile). Le calcul des précipitations correspondantes donne une idée de la grande variabilité de l'alimentation des nappes d'eau souterraine du département:

1 ^{er} décile	: P = 450	ETR = 373 mm	P eff = 77 mm
Dernier décile	: P = 775	ETR = 486 mm	P eff = 289 mm

Pour des pluies dans un rapport de 1 à 1,7, les E.T.R. varient de 1 à 1,3 et l'alimentation des nappes de 1 à 3,7. Une année sur 10 environ, la pluie efficace à Évreux est inférieure à 50 % de la normale.

5.3. RÉPARTITION SAISONNIÈRE

A partir des évapotranspirations potentielles mensuelles calculées pour le poste d'Évreux (paragraphe 4.1), il est possible de calculer les pluies efficaces mensuelles. Il existe plusieurs méthodes de calcul, les études du BURGEAP sur les bassins hydrologiques de l'Eure et de la Risle (1) ont montré que le meilleur résultat est obtenu en supposant infiltrée la totalité des excédents mensuels des pluies sur les E.T.P.



En procédant de cette façon avec les données du poste d'Évreux, on obtient une estimation des précipitations efficaces moyennes et un schéma du cycle hydrologique en année moyenne :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
P	53	42	51	39	67	55	56	41	53	54	57	55
ETP	9	14	31	56	77	97	101	103	66	37	17	10
P _{eff}	44	26	20	-	-	-	-	-	-	17	40	45

L'alimentation annuelle moyenne de la nappe de la craie calculée par ce procédé s'élève à 192 mm contre 159 mm par l'équation $P - E.T.R. = P_{eff}$ utilisée au paragraphe 5.1.

Les deux méthodes sont donc concordantes, l'année moyenne se décompose en une période de recharge des nappes d'octobre à mars, une période de décharge d'avril à septembre.

(1) (Voir bibliographie).

2^e partie : Ressources en eau

Chapitre I. – Eaux superficielles

1) RÉSEAU D'OBSERVATION HYDROLOGIQUE

Douze cours d'eau du département de l'Eure sont équipés en 1989 par vingt stations de jaugeage. Trois stations supplémentaires permettent d'observer des débits intermittents en vallées séches.

Ces stations sont gérées par le S.R.A.E., la S.N.S.E.D., et la première C.E. Des données sur d'anciennes stations sont disponibles au B.R.G.M.

Les durées d'observation sont très variables (2 à 20 ans) et il existe des données sur une dizaine de stations où les mesures ont été abandonnées.

Les types et les fréquences de mesure sont différents d'un point à un autre du réseau. Les stations comportent majoritairement des limnigraphes sur sections tarées tandis que l'on procède sur d'autres stations à des jaugeages volants bimestriels.

La distribution des stations est homogène sur l'ensemble des bassins versants. Ces stations sont reportées sur la carte à l'échelle 1/100.000 avec un indice de renvoi au tableau n° 6 où sont inscrites leurs principales caractéristiques.

2) RÉGIMES DES COURS D'EAU

Les débits caractéristiques des principales rivières et des écoulements intermittents dans trois vallées sont rassemblés dans le tableau n° 7. Ces chiffres correspondent aux périodes d'observation de chaque station de jaugeage indiquées dans le tableau n° 6.

Dans les bassins crayeux, le ruissellement est inférieur à 5 % des lames d'eau écoulées et le régime des cours d'eau reflète fidèlement celui de la nappe de la craie.

Le rapport du débit moyen mensuel au débit mensuel minimum d'étiage met en évidence la grande régularité du régime inter-annuel des cours d'eau dans les bassins versants crayeux.

Il apparaît deux exceptions :

- Les bassins supérieurs de la Risle et de la Charentonne où le ruissellement est plus important. Ce dernier est lié à la nature moins perméable des formations géologiques affleurantes.
- L'Iton à Manthelon dont les débits d'étiage diminuent à cause de pertes en sous écoulement karstique (voir le paragraphe 2.2.2).

L'ensemble des données sur les stations de jaugeage actuelles sont saisies sur la banque HYDRO du Secrétariat d'Etat à l'Environnement. Les stations sont gérées par le SRAE de Haute-Normandie où les fichiers peuvent être consultés.

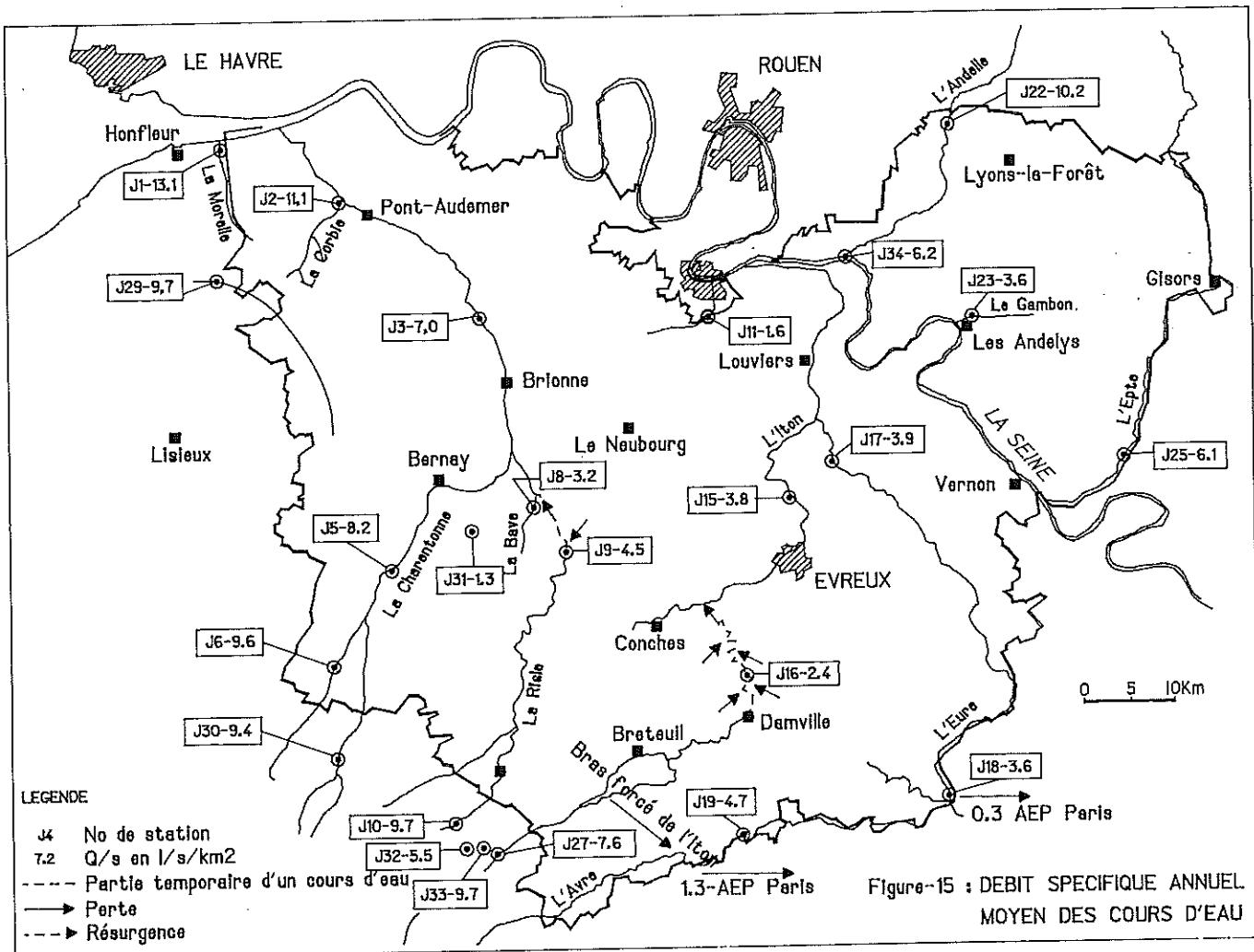
3) DÉBITS SPÉCIFIQUES

Le débit spécifique d'un cours d'eau correspond au rapport du débit mesuré sur une station de jaugeage à la surface du bassin versant concerné. Il vaut pour une période précise (débit instantané ou débit caractéristique).

Le tableau n° 7 fournit les débits spécifiques interannuels moyens portés également sur la carte de la figure n° 15. Les variations du débit spécifique d'amont en aval sur un même cours d'eau mettent en évidence des changements de condition d'écoulement dans le bassin versant. Ainsi, la Risle à Rai (Orne) possède un débit spécifique de 9,73 l/s/km², élevé, correspondant au bassin supérieur bien arrosé et plutôt imperméable. À Grosley-sur-Risle, ce débit est tombé à 4,51 l/s/km² après que la rivière ait traversé le pays d'Ouche sans recevoir d'affluent et en perdant une partie de ses eaux au profit du sous écoulement karstique. Après la résurgence, dans la région de Beaumont-Le-Roger, avec les apports de la Charentonne (8,16 l/s/km² à la Ferrière-Saint-Hilaire) et après avoir été grossies par les sources importantes de Livet-sur-Authou, la Risle atteint un débit spécifique de 7 l/s/km² à Pont-Authou.

Lorsque des comparaisons sont possibles entre les cours d'eau (ou entre des sous bassins) elles mettent en évidence les similitudes et les différences dans les écoulements d'un bassin à un autre et elles donnent par conséquent des renseignements sur le régime de la nappe de la craie elle-même.

Les séries de mesures disponibles actuellement paraissent être suffisantes au regard des usages faits des eaux superficielles. De nombreux jaugeages volants permettent d'estimer les valeurs caractéristiques des écoulements et différents points des cours d'eau du département.



4) RESSOURCES HYDRO-ÉLECTRIQUES

Les cours d'eau ont longtemps constitué la principale source d'énergie utilisable par les entreprises industrielles et artisanales. La présence d'une chute naturelle ou la possibilité d'en aménager une sur une rivière était alors un facteur prépondérant de l'implantation d'une manufacture (filature, forge, moulin,...).

L'avènement de ressources énergétiques d'une mise en œuvre plus souple a conduit à l'abandon progressif des sites aménagés. Il n'en subsiste aujourd'hui qu'une vingtaine équipés de petites centrales hydro-électriques de basse puissance. Elles fournissent l'énergie nécessaire à des artisans ou à des PME. Certaines produisent un surplus d'énergie qui est vendu à E.D.F.

La puissance d'une chute d'eau est donnée par la formule :

$$P = 9,81 \cdot Q \cdot H \cdot r \text{ où } Q = \text{débit en m}^3/\text{s}$$

H = hauteur de chute

r = rendement de l'ensemble turbine-générateur

La production annuelle d'énergie correspondante est :

$$W = P \cdot 24.365 \cdot F$$

W en KW/h

est l'indice de disponibilité de l'énergie en fonction des variations saisonnières de débit.

Les observations de débit effectuées montrent qu'il n'existe plus de sites aménageables sur les hauts bassins. Des sites peu rentables pour la production hydro-électrique offrent cependant un écoulement favorable à l'implantation d'élevages piscicoles lesquels sont au nombre d'une vingtaine sur ce type de site.

**Tableau n° 6 – STATIONS DE JAUGEAGE DES COURS D'EAU
TRAVERSANT LE DÉPARTEMENT DE L'EURE**

N° de report sur la carte	Nom du bassin	Nom du cours d'eau	Commune	Superficie du bassin (km²)	Altitude mNGF	Gestionnaire et matricule	Période d'observation	Type de mesures
1	Morelle	Morelle	Ficquefleur	24	4	CE-2193	8-72 à 1-74	—
2	Risle	Corbie	Toutainville	67	8	SRAE-I023311	depuis 1-73	lectures journalières jusqu'au 1-78 et limnigraphie depuis limnigraphie
3	Risle	Risle	Pont-Authou	1910	43	SRAE-I021101	depuis 5-67	limnigraphie
4	Risle	Charentonne	Serquigny	510	77	SRAE-I012202	1-73 à 1-82	jaugeage bimestriel
5	Risle	Charentonne	Ferrières Saint Hilaire	257	124	SRAE-I012201	depuis 1-69	limnigraphie
6	Risle et Charentonne	Guiel	Montreuil L'Argillé	79	170	SRAE-I011301	depuis 1-78	limnigraphie
7	Risle	Risle	Beaumontel	740	83	SRAE-I003102	1-73 à 1-83	jaugeage bimestriel
9	Risle	Risle	Grosley	494	97	SRAE-I003101	1-70 à 1-88	limnigraphie
10	Risle	Risle	Rai	147	205	SRAE-I001101	depuis 1-65	limnigraphie
11	Oison	Oison	Saint-Pierre Les-Elbeuf	31	27	BRGM-N° 90	5-65 à 5-77	jaugeage bimestriel
12	Eure	Eure	Louviers	4783	11	BRGM-N° 85	3-71 à 1-86	jaugeage bimestriel
13	Eure	Eure	Pinterville	4738	17	BRGM-N° 80	5-65 à 3-71	jaugeage mensuel
14	Eure	Iton	Les Planches	1300	21	BRGM-N°70AB	5-65 à 2-71	jaugeage mensuel
15	Eure	Iton	Normanville	1050	47	SNED-H940203	depuis 5-67	limnigraphie
16	Eure	Iton	Manthelon	414	119	SRAE-H940201	depuis 10-70	limnigraphie
17	Eure	Eure	Cailly	4530	22	SNSED-H933101	depuis 1-68	limnigraphie
18	Eure	Avre	Muzy	870	76	SRAE-H922201	depuis 5-71	limnigraphie
19	Eure	Avre	Acon	490	119	SRAE-H920201	depuis 2-72	limnigraphie
20	Andelle	Andelle	Pîtres	737	5	BRGM-N°100	5-65 à 11-70	jaugeage bimestriel
21	Andelle	Andelle	Pont-Saint-Pierre	687	15	BRGM-N°94AB	2-71 à 12-75	jaugeage bimestriel
22	Andelle	Andelle	Vascoeuil	371	54	SRAE-H821201	depuis 1-73	limnigraphie le 1-88
23	Gambon	Gambon	Les Andelys	101	28	SRAE-H811341	5-65 à 1-89	limnigraphie le 1-84
24	Le Grand Rang	Le Grand Rang	Les Andelys	—	9	BRGM-N° 60	3-68 à 1-71	jaugeage mensuel
25	Epte	Epte	Fourges	1370	23	SRAE-H804201	depuis 1-61	limnigraphie
26	Epte	Epte	Ambleville	96	37	SRAE-H804331	depuis 1-72	limnigraphie
27	Iton	Iton	Crulai	108	198	SRAE-H940202	depuis 1-80	limnigraphie
28	Eure	Eure	Incarville	5990	11	SRAE-H950101	depuis 1-86	limnigraphie
29	Calonne	Calonne	Authieux (14)	189	35	SRAE-I120301	depuis 1-71	limnigraphie
30	Charentonne	Charentonne	Bocquencé (61)	65	150	SRAE-I010201	depuis 1-80	limnigraphie
31	Risle	Vallée sèche	Grandchain	12	130	SRAE-I122991	depuis 1-74	limnigraphie
32	Risle	Le Vernet	Glos-la-Ferrière (61)	19	226	SRAE-I003401	depuis 1-78	limnigraphie
33	Seine	Seine	Poses	6500	9	SNSED-H801110	depuis 1942	limnigraphie

Tableau n° 7 - DÉBITS CARACTÉRISTIQUES DES COURS D'EAU DU DÉPARTEMENT DE L'EURE

N° de la station	Rivière et station	Superficie du bassin (km ²)	Débit moyen interannuel (m ³ /s)	Débit moyen interannuel spécifique	Débit minimum d'étiage (m ³ /s)	Débit minimum d'étiage journalier	Q moyen interannuel	
							Q mensuel minimum	
1	Morelle à Ficquefleur	24	0.315	13.13	0.230	0.162	1.37	
2	Corbie à Toutainville	66	0.733	11.11	0.560	0.522	1.31	
3	Risle à Pont-Authou	1.700	11.900	7.00	7.200	6.160	1.65	
5	Charentonne à Ferrière-Saint-Hilaire	261	2.130	8.16	1.200	0.937	1.78	
6	Guiel à Montreuil-l'Argillé	79	0.756	9.57	0.480	0.414	1.58	
9	Risle à Grosley	506	2.280	4.51	1.340	0.507	1.70	
10	Risle à Rai	147	1.430	9.73	0.560	0.346	2.55	
11	Oison à Saint-Pierre-lès-Elbeuf	31	0.050	1.61	0.033	0.010	1.51	
15	Iton à Normanville	1.050	3.950	3.76	2.900	2.530	1.36	
16	Iton à Manthelon	414	0.993	2.40	0.240	0.166	4.14	
17	Eure à Cailly-sur-Eure	4.530	17.800	3.93	10.000	8.560	1.78	
18	Avre à Muzy	870	3.150	3.62	1.700	1.440	1.85	
19	Avre à Acon	490	2.320	4.73	1.200	1.010	1.93	
22	Andelle à Vascoeuil	371	3.920	10.57	3.000	2.680	1.31	
23	Gambon aux Andelys	101	0.365	3.61	0.330	0.305	1.11	
27	Iton à Crulai	108	0.824	7.63	0.260	0.212	3.17	
29	Calonne aux Authieux	189	1.830	9.68	1.320	—	—	
30	Charentonne à Bocquencé (61)	65	0.612	9.42	0.140	0.096	4.37	
31	Risle à Grandchain	12	0.015	1.25	0.000	0.000	—	
32	Le Vernet à Glos-la-Ferrière	19	0.104	5.47	0.000	0.000	—	
33	Le Val-Launay à Glos-la-Ferrière	3	0.029	9.67	0.000	0.000	—	
34	Seine à Poses	6.500	402.000	6.18	160.000	95.000	2.51	

Chapitre II. – Eaux souterraines

1) NAPPE DE LA CRAIE

1.1. PIÉZOMÉTRIE

1.1.1. LA CARTE PIÉZOMÉTRIQUE A 1/100 000

Cette carte donne une image de la surface de la nappe et de l'organisation des écoulements en période d'étiage.

Elle montre que la surface de la nappe de la craie est influencée d'une façon prépondérante par la surface topographique dont elle atténue les irrégularités. Les bassins versants souterrains correspondent en général aux bassins superficiels.

La nappe de la craie s'écoule en direction des vallées où elle alimente les cours d'eau et les nappes alluviales dans le cas des vallées à fond humide. Les vallées sèches constituent d'autres axes d'écoulement où la fracturation de la craie a pu favoriser l'apparition de karsts.

La profondeur de la nappe peut atteindre 80 à 90 mètres sous les plateaux du Vexin et du Roumois, alors qu'elle n'est plus que de 10 à 30 mètres dans le Pays d'Ouche.

Sous les vallées sèches, la nappe est profonde de quelques mètres et son niveau s'établit dans les alluvions des vallées humides à un mètre de la surface et parfois moins.

Ces grands traits généraux de la piézométrie peuvent être modifiés par des conditions locales particulières qui se traduisent par des anomalies des niveaux, des gradients ou des profondeurs mesurés.

Lorsque le réseau d'observation est assez dense, la corrélation entre structure du réservoir et la piézométrie apparaît nettement.

Les exemples les plus démonstratifs sont :

- L'anticlinal du Roumois qui amène la base du Cénomanien à l'affleurement, déterminant une ligne de sources de déversement au contact avec la glauconie de base. Sa situation au point haut du plateau est remarquable puisqu'immédiatement au nord la nappe est à 80 m de profondeur. Une ou plusieurs failles décrochent vers le bas le flanc nord de l'anticlinal. Ce qui crée un gradient hydraulique très élevé et sans doute des discontinuités du réservoir crayeux interrompu localement par les argiles du Gault. Sur cette zone tectonisée la piézométrie n'est pas représentée faute de points d'observation.
- L'anticlinal du Lieuvin est également limité au sud par une faille est-ouest qui relève le compartiment nord. La configuration des courbes piézométriques est très nettement affectée par cet accident qui favorise le drainage de la nappe vers la Risle d'une part et la Calonne d'autre part.

Le gradient s'accroît à l'approche de la faille et peut atteindre 5 %, ce qui est considérable et laisse supposer l'existence d'un coulement souterrain de type karstique. Cela explique l'importance du débit du groupe des sources de Livet-sur-Authou (1 m³/s environ à l'étiage).

Le plateau de Saint-André est subdivisé en deux régions qui diffèrent par la profondeur de la nappe :

- 10 à 30 m au sud-ouest de Saint-André entre Iton et Avre,
- 60 à 80 m au nord-est, entre Saint-André et l'Eure.

Ces deux zones sont séparées par une bande de terrain relativement étroite orientée du nord-ouest au sud-est où le gradient hydraulique est élevé (1 à 2 % contre 0,2 à 0,5 % de part et d'autre). Ce phénomène confirme l'existence d'accidents de même direction que le levé de la carte géologique à 1/50.000 a permis de déceler.

1.1.2. RÉSEAU D'OBSERVATION PIÉZOMÉTRIQUE

Dès la fin de l'année 1967, un réseau piézométrique a été mis en place par le B.R.G.M. en Haute-Normandie avec le concours du Ministère de l'Industrie, du département de l'Eure et de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie.

Soixante-sept puits ont fourni au moins quatre ans d'observations, que ce soient des enregistrements par limnigraphes ou des mesures mensuelles.

Depuis 1985, trente-sept puits sont surveillés. La carte de la figure n° 16 donne la situation des puits d'observation dont les principales caractéristiques sont rassemblées dans le tableau n° 8.

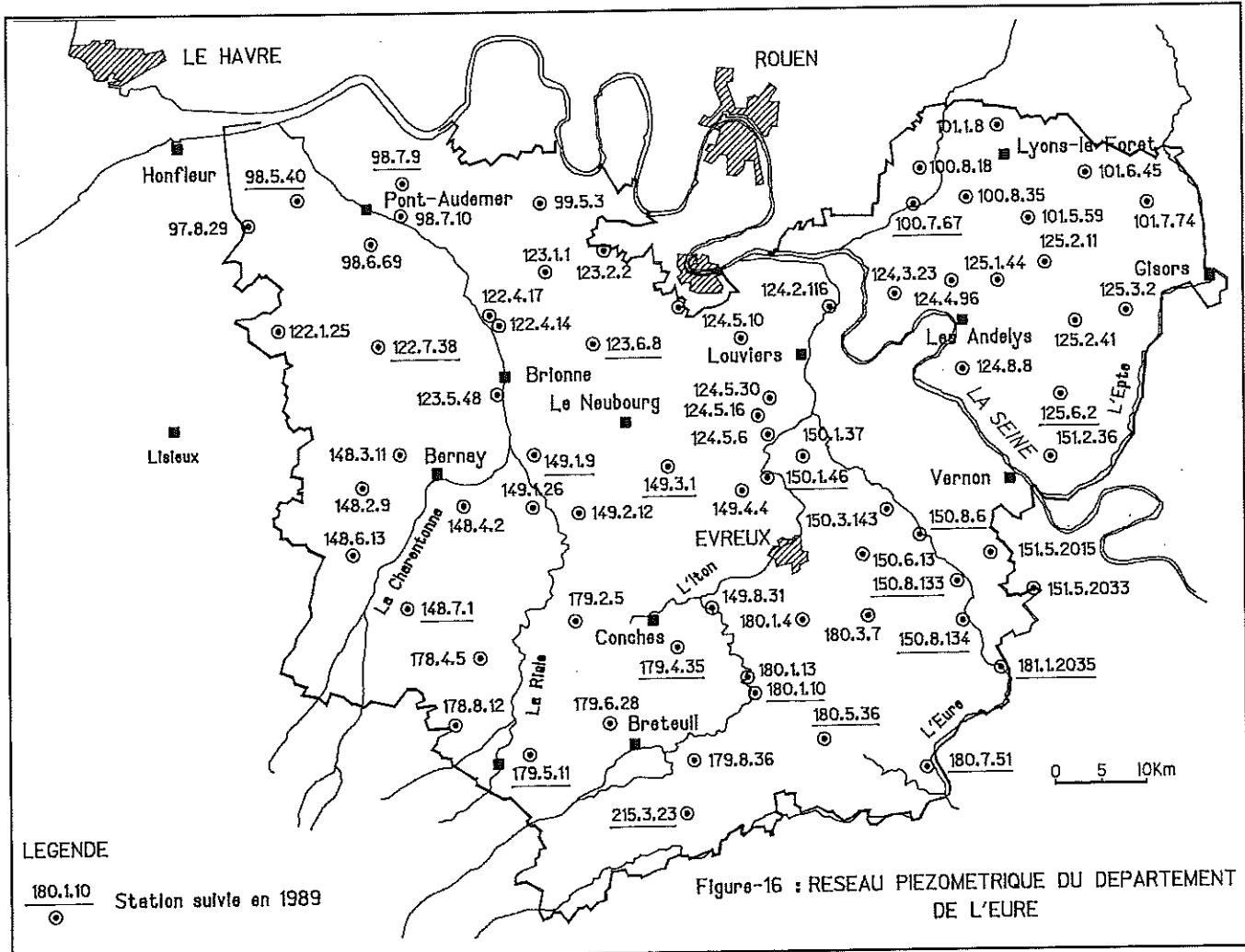
**Tableau n° 8 – POINTS D'OBSERVATION DU RÉSEAU PIÉZOMÉTRIQUE
DANS LE DÉPARTEMENT DE L'EURE**

COMMUNE	LIEU-DIT	INDICE	COORDONNEES	COTE DU SOL	REGION NATURELLE	BASSIN	NIVEAU CAPTE	PROFONDEUR en m	DUREE DES OBSERVATIONS	TYPE DE MESURES
Beuzeville	Beaumoussel	97.8.29	453,71 183,72	123,5	Auge	Morelle	Cénomanien	32,3	71-85	mensuel
St-Maclou	Château	98.5.40	460,15 186,30	120	Auge	Risle (Corbie)	Turonien Cénomanien	39,8	depuis 71	mensuel
Tourville-sur-Pont-Audemer	Château de la distillerie	98.6.69	468,75 182,40	105	Auge	Risle (Véronne)	Turonien Cénomanien	69,4	71-85	mensuel
Fournetot	Château du Hamel	98.7.9	472,55 188,18	112	Roumois	Risle	Sénonien Turonien	67,5	depuis 71	mensuel
Manneville-sur-Risle	La Bivillerie	98.7.10	470,55 185,30	94	Roumois	Risle	Turonien Cénomanien	95	de 71 à 76	mensuel
Bouquetot	Château Saint-Hilaire	99.5.3	485,74 184,94	135	Roumois	Risle	Turonien Cénomanien	74,2	67-85	limnigraphie Jusqu'en 72
Douville sur-Andelle	La Petite Aulnais	100.7.67	525,49 183,20	20	Vexin	Andelle	Turonien	35	depuis 85	limnigraphie
Vandrimare	Château du Fayel	100.8.18	528,32 188,40	125	Vexin	Andelle	Sénonien Turonien	79	depuis 68	mensuel
Menesqueville	Coopérative	100.8.35	533,13 184,61	60	Vexin	Andelle (Lieure)	Sénonien Turonien	20,4	de 68 à 73	mensuel
Le Tronquay	Route-Grand-Fray	101.1.8	536,80 192,27	159	Vexin	Andelle (Lieure)	Sénonien Turonien	42,5	71-85	mensuel
Coudray	Ancien puits communal	101.5.59	539,57 182,05	118	Vexin	Andelle (Fouille-broc)	Sénonien Turonien	30,3	71-85	mensuel
Morgny	Ancien puits communal	101.6.45	545,87 187,20	136	Vexin	Epte (Levrière)	Sénonien Turonien	42,0	71-85	mensuel
Sancourt	Mairie	101.7.74	552,78 184,05	100	Vexin	Epte (Levrière)	Sénonien Turonien	22,6	71-85	limnigraphie Jusqu'en 76
St-Pierre-de-Cormeilles	Presbytère	122.1.25	457,75 172,65	78	Auge	Calonne	Cénomanien	7,9	73-85	mensuel
Pont-Authou	Cimetière	122.4.14	481,00 173,05	65	Roumois	Risle	Cénomanien	19,8	73-85	mensuel
Lieurey	Château du Coudray	122.7.38	469,04 170,85	149	Auge	Risle	Cénomanien Albien	101	depuis 85	limnigraphie
Berville	Château d'eau	123.1.1	488,10 179,43	145	Roumois	Risle	Turonien Cénomanien	80	68-85	mensuel
Bosc-Bénard-Commin	Château	123.2.2	492,56 180,89	120	Roumois	Seine	Turonien Cénomanien	69,7	68-85	mensuel
La Saussaye	Place de l'église	123.3.2	501,54 174,05	132	Roumois	Seine	Turonien Cénomanien	97	68-85	mensuel
Fontaine-la-Soret	Le Catillon	123.5.48	481,27 163,20	61	Auge	Risle	Quaternaire	6,2	depuis 85	limnigraphie
Le Gros-Theil	Ferme du Colombier	123.6.8	491,52 170,75	147	Roumois	Risle	Sénonien Turonien	51,1	depuis 71	mensuel
Nrbeuf	Château de la Morandière	123.7.4	500,09 162,85	141	Roumois	Iton	Sénonien Turonien	71,8	71-85	mensuel
Le Vaudreuil	Île-L'Homme	124.2.116	518,82 173,09	9	Roumois	Eure	Quaternaire	1,6	depuis 85	limnigraphie
Daubeuf-Vatteville	Centre	124.3.23	524,72 174,51	35	Vexin	Seine	Sénonien Turonien	14	68-85	mensuel
Cuverville	Maison forestière	124.4.96	529,64 175,37	68,8	Vexin	Seine	Sénonien Turonien	15	68-72	mensuel

COMMUNE	LIEU-DIT	INDICE	COORDONNEES	COTE DU SOL	REGION NATURELLE	BASSIN	NIVEAU CAPTE	PROFONDEUR en m	DUREE DES OBSERVATIONS	TYPE DE MESURES
Montaure	Ecrosville	124.5.10	509,17 170,07	136	Roumois	Eure	Sénonien Turonien	41,8	depuis 68	limnigraphie
Canappeville	Boulay	124.5.16	511,20 162,66	145,6	Roumois	Eure	Sénonien Turonien	55,2	68-72	mensuel
Mesnil-Jourdain	Cavouille	124.5.30	510,01 165,53	137	Roumois	Eure	Sénonien Turonien	61,1	68-85	mensuel
Port-Mort	Maison forestière	124.8.8	533,87 165,87	63	Vexin	Seine	Sénonien Turonien	50,7	68-85	mensuel
Corny	Ancien puits communal	125.1.44	535,94 176,27	140	Vexin	Gambon	Sénonien Turonien	73,2	71-85	mensuel
Farceaux	Ancien puits communal	125.2.11	541,81 178,08	120	Vexin	Epte (Levrière)	Sénonien Turonien	34,2	depuis 71	mensuel
Mouffaines	Château	125.2.41	543,15 171,90	125	Vexin	Gambon	Sénonien Turonien	57	71-85	mensuel
Vesly	Ancien puits communal	125.3.2	550,24 172,18	87	Vexin	Epte	Sénonien Turonien	98	71-78	mensuel
Civières	Bois-Gautier	125.6.2	543,87 162,84	125	Vexin	Epte	Sénonien Turonien	77,8	depuis 69	limnigraphie
Plainville	Tourmesnil	148.2.9	466,70 155,80	170	Auge	Charentonne	Turonien	42,1	73-85	mensuel
Bernay	Malharquier	148.3.11	470,50 158,77	171	Auge	Charentonne	Turonien	40,1	73-85	mensuel
St-Clair-d'Arcey	Ancien puits communal	148.4.2	477,80 153,00	162	Roumois	Charentonne	Turonien	63,3	73-85	mensuel
St-Aubin-du-Thenney	Presbytère	148.6.13	464,90 148,50	182	Auge	Charentonne	Cénomanien	31,8	73-76	mensuel
La Roussière	Sortie N.E.	148.7.1	471,83 141,81	199	Roumois	Eure	Turonien	29	depuis 85	limnigraphie
Goupillières	La Pommeraie	149.1.9	485,60 153,85	141	Roumois	Risle	Turonien	47,4	depuis 73	limnigraphie
Le Plessis-Ste-Opportune	Château de Saint-Léger	149.2.12	490,35 151,95	151	Roumois	Risle	Turonien	33,1	73-85	mensuel
Graveron-Sémerville	Château	149.3.1	500,46 155,81	138	Roumois	Eure Iton	Sénonien Turonien	43,4	depuis 69	limnigraphie jusqu'en 72
Sacquenville	Ecole	149.4.4	507,77 154,52	143	Roumois	Eure Iton	Sénonien Turonien	127,6	68-85	mensuel
Gaudreville-la-Rivière	Haissettes	149.8.31	505,36 141,04	100	Roumois	Iton	Sénonien Turonien	9,6	69-85	limnigraphie
Normanville	Forage communal	150.1.02	514,15 153,69	49	Roumois	Iton	Sénonien	49	depuis 85	bimensuel
La Chapelle-du-Bois-des-Faulx	Château	150.1.37	514,45 157,72	132	Roumois	Eure Iton	Sénonien Turonien	90	68-85	mensuel
Miserey	Château du Breuil	150.6.13	519,82 146,87	134	Roumois	Eure	Sénonien Turonien	77	depuis 69	limnigraphie jusqu'en 72
Croisy-sur-Eure	Bourg	150.8.6	527,71 148,24	39	Roumois	Eure	Quaternaire	2,45	depuis 85	limnigraphie
Fains	Ferme Bezard	150.8.133	530,63 144,22	43	Roumois	Eure	Quaternaire	2,05	depuis 85	limnigraphie
Bois-Jérôme-Saint-Ouen	Mare aux Cerfs	151.2.36	511,30 155,94	118	Vexin	Seine	Sénonien Turonien	51,4	68-85	mensuel

COMMUNE	LIEU-DIT	INDICE	COORDONNEES	COTE DU SOL	REGION NATURELLE	BASSIN	NIVEAU CAPTE	PROFONDEUR en m	DUREE DES OBSERVATIONS	TYPE DE MESURES
Chaignes	Ancien puits communal	151.5.2015	534,84 146,35	144	Hurepoix	Eure	Sénonien Turonien	120,8	68-85	mensuel
Villiers-en-Desœuvre	La Marelle	151.5.2033	538,96 141,97	148	Hurepoix	Eure	Stampien Sannoisien	34,3	69-85	limnigraphie
Bois-Anzeray	Château	178.4.5	479,20 137,00	198	Roumois	Risle	Turonien	36,6	73-85	mensuel
Jugnettes	La Selle	178.8.12	475,70 129,70	218	Roumois	Risle	Turonien	17,4	73-85	mensuel
Le Fidelaire	La Nouette	179.2.5	489,65 140,55	168	Roumois	Iton	Turonien	40,7	73-85	mensuel
Nogent-le-Sec	Grands Gomberts	179.4.35	503,97 136,35	159	Roumois	Iton	Turonien	37,2	depuis 85	bimensuel
Bois-Arnault	Les Siaulles	179.5.11	483,27 126,15	205	Roumois	Iton	Turonien	32	73-85	mensuel
Bémécourt	La Haise	179.6.28	492,65 123,32	186	Roumois	Iton	Turonien	27	73-85	mensuel
Condé-sur-Iton	Ancien puits communal	179.8.36	501,30 124,87	175	Roumois	Iton	Turonien	28,2	73-85	mensuel
Grossoeuvre	Seugey	180.1.4	513,92 139,92	138,5	Roumois	Eure Iton	Sénonien Turonien	42,3	68-78	mensuel
Coulonges	D 51	180.1.10	508,34 132,04	132	Roumois	Iton	Contiacien	19,4	depuis 85	limnigraphie
Coulonges	La Touchardière	180.1.13	507,75 133,72	128	Roumois	Iton	Sénonien Turonien	17,7	71-78	limnigraphie
Garenclères	Eglise	180.3.7	521,59 140,00	145	Roumois	Eure	Sénonien	67	73-85	limnigraphie
Molsville	Marie-Ecole	180.5.36	514,08 127,26	153	Roumois	Eure	Sénonie	18	depuis 85	limnigraphie
Marcilly-sur-Eure	Ancienne gare	180.7.51	527,00 125,30	75	Roumois	Eure	Quaternaire	6,60	depuis 85	limnigraphie
Garennes-sur-Eure	Passage à Niveau n° 57	181.1.2035	535,09 137,78	57	Hurepoix	Eure	Quaternaire	5,80	depuis 85	limnigraphie
Balines	Bois de Débat	215.3.23	499,35 117,90	163	Roumois	Avre	Turonien	16	depuis 85	bimensuel

Les données obtenues ont fait l'objet d'une saisie informatique, ce qui permet le tracé automatique des courbes piézométriques et facilite l'édition d'un annuaire.



1.1.3. COMPORTEMENT GÉNÉRAL DE LA NAPPE DE LA CRAIE DE 1968 A 1989

Quelques-unes des courbes disponibles sont reproduites par les figures n°s 17 à 20 pour des puits présentant de longues séries d'observations sur les plateaux. Leur examen montre que malgré l'influence de facteurs locaux sur l'évolution des niveaux, la nappe de la craie présente un comportement général comparable sur l'ensemble du territoire du département, sur les plateaux comme dans les vallées.

Les années pluvieuses 1969 et 1970 ont amené les niveaux à des cotes très élevées. Les volumes d'eau ainsi stockés ont été entièrement vidangés au cours des trois années déficitaires 1971-1972-1973.

Il a fallu attendre les pluies de l'hiver 1974-1975 pour voir les niveaux remonter notamment sans toutefois atteindre leur cote de 1970. L'année 1975 a été marquée par un étiage très faible ou même inexistant.

Le déficit pluviométrique de l'année 1976 a provoqué un étiage de la nappe d'importance très variable selon les régions mais le plus souvent le niveau est resté supérieur à celui de l'été 1973. L'hiver 1976-1977 n'a pas entraîné partout une alimentation de la nappe. Par contre, les pluies abondantes de l'hiver suivant ont amené les niveaux à une cote élevée parfois supérieure à celle de 1970. La série de mesures se poursuit par des fluctuations très amples qui correspondent aux précipitations abondantes des hivers de 1978 à 1983.

De 1980 à 1987, les niveaux d'étiage sont restés très au-dessus des niveaux d'étiage de 1971 à 1974. Les pluies importantes de l'hiver 1987-1988 ont provoqué une montée des niveaux de la nappe qui est souvent la plus élevée de toute la période d'observation. C'est la raison pour laquelle la sécheresse de l'année 1989 a eu peu d'influence sur la nappe de la Craie.

1.1.4. TYPES DE FLUCTUATIONS

A cette évolution générale de la nappe de la craie liée aux facteurs climatiques régionaux se superpose pour chaque puits l'influence des conditions locales telles que l'importance de la couverture semi-perméable, la profondeur de la nappe, les conditions aux limites aval et amont, la situation topographique, les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère...

Figure-17 : PIEZOMETRIE DE LA NAPPE DE LA CRAIE EN VALLEE HUMIDE

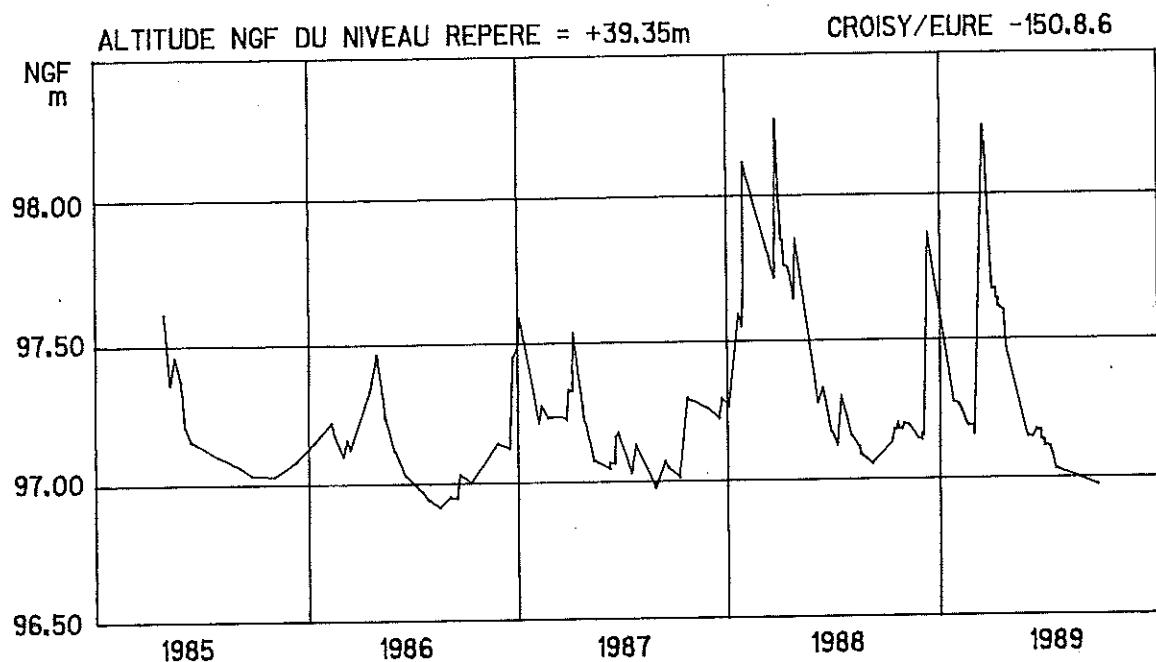


Figure-18 : PIEZOMETRIE DE LA NAPPE DE LA CRAIE EN VALLEE SECHE

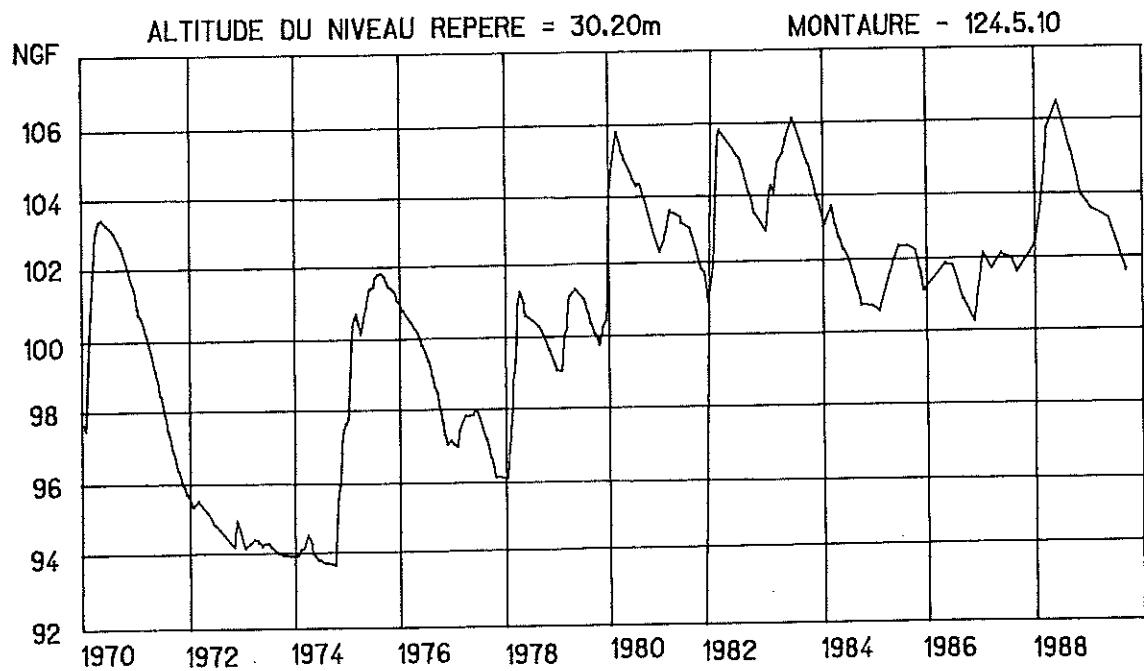


Figure-19 : PIEZOMETRIE DE LA NAPPE DE LA CRAIE EN VALLEE SECHE

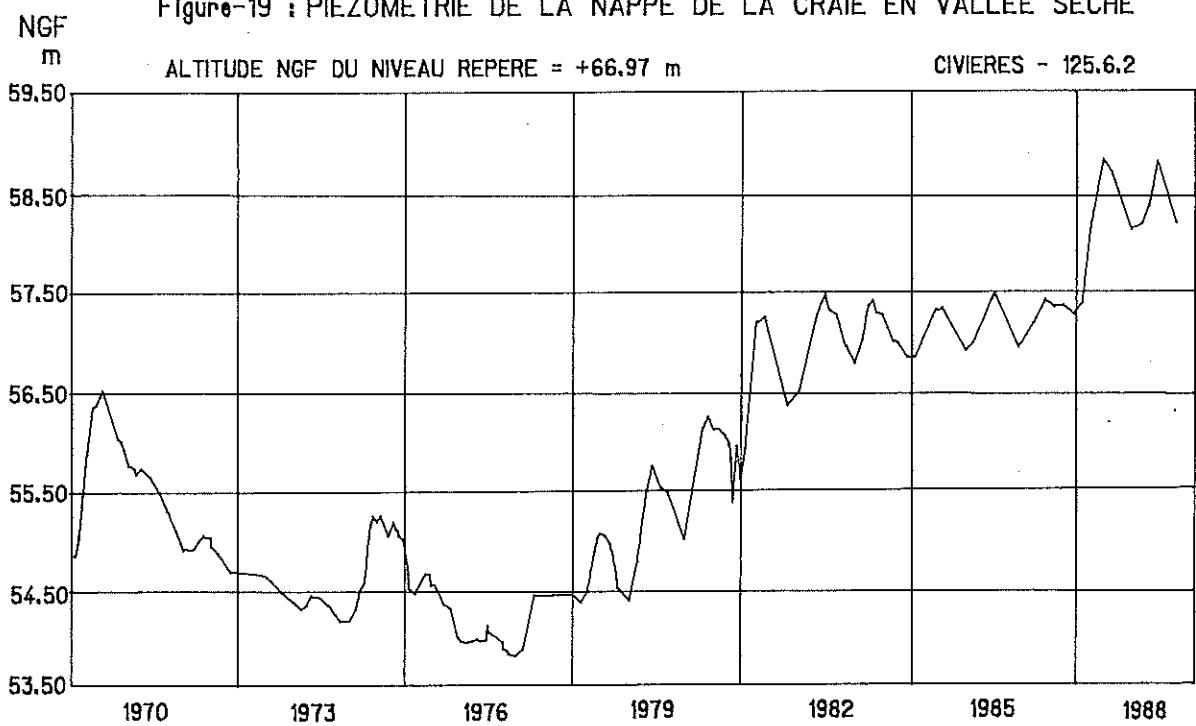
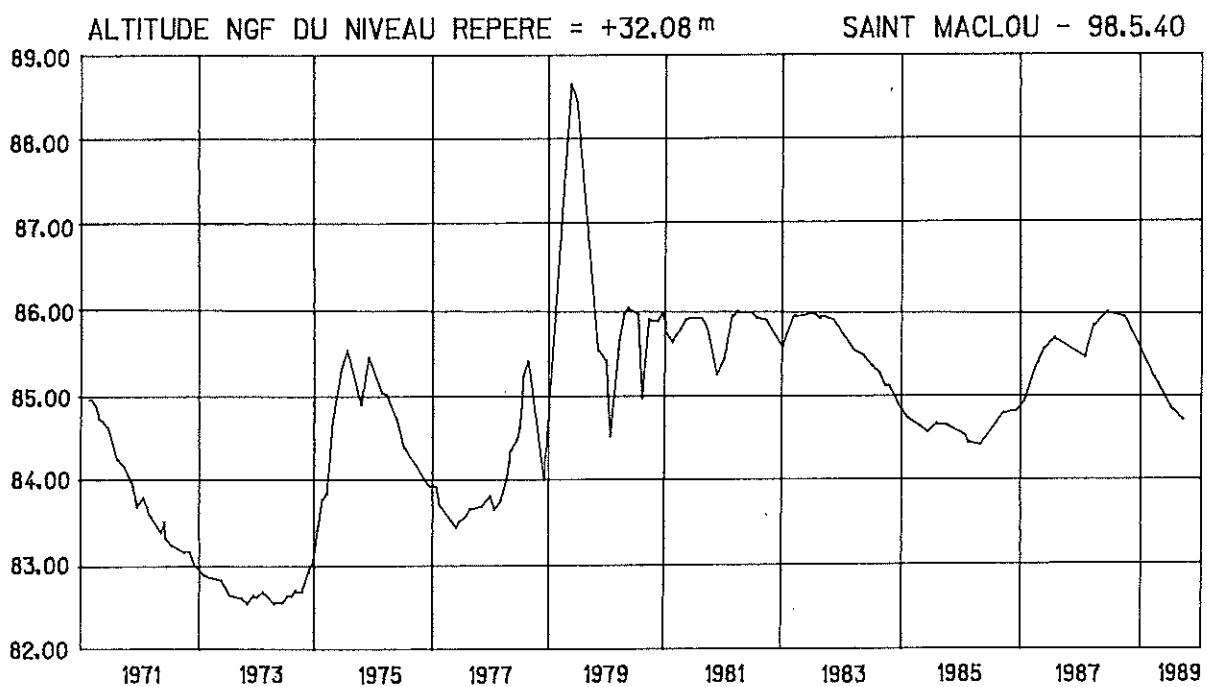


Figure-20 : PIEZOMETRIE DE LA NAPPE DE LA CRAIE EN PLATEAU



La conjonction de ces conditions donne à chaque courbe une forme particulière. Il est possible de définir deux types principaux de fluctuations piézométriques qui regroupent la majorité des puits observés :

- Type I : 10 piézomètres - figure n° 17

Les ouvrages situés dans les vallées humides possèdent une piézométrie qui est affectée directement et rapidement par la pluviosité : la montée des niveaux dans la nappe alluviale ou dans la rivière est instantanée (transmission de pression). La baisse des niveaux est aussi très rapide. Sur dix points piézométriques dont les observations ont débuté en 1985, sept voient leurs cotes maxima atteintes en début d'année 1988 en raison de la pluviosité soutenue des trois premiers mois.

- Type II : 17 piézomètres - figure n° 18 à 20

Les ouvrages situés dans les vallées sèches possèdent une piézométrie avec des amplitudes de variation de niveau plus importante que pour les ouvrages de plateau où la nappe est plus profonde et où les limites de drainage sont lointaines. Ce type d'ouvrage réagit souvent avec lenteur par rapport aux phénomènes qui contribuent à la recharge de la nappe.

1.1.5. PRÉVISION D'ÉTIAGE

L'utilité du suivi de l'étude des fluctuations piézométriques a été démontrée à l'occasion de la sécheresse de 1976. Devant l'ampleur du déficit pluviométrique et l'augmentation des prélèvements d'eau souterraine, il parut nécessaire au mois de juin de tenter une prévision des niveaux piézométriques d'automne en supposant la poursuite de l'étiage. Pour chaque piézomètre, fut établie la courbe de décharge-type d'après les observations antérieures.

En prolongeant les courbes enregistrées au printemps 1976 selon les courbes-type, les niveaux du 30 septembre et du 31 décembre furent prévus et les zones les plus affectées par la sécheresse furent déterminées.

L'étiage se poursuivit jusqu'en janvier ou février 1977 et les niveaux observés aux dates de prévisions confirmèrent la validité de la méthode utilisée.

Le calcul de la prévision des étiages est fait en permanence grâce à un réseau national d'observations piézométriques. Il peut aussi être fait à l'occasion d'études particulières où l'on simule par modèle mathématique les niveaux en fonction des pluies sur de longues périodes, en ajustant la simulation sur une courte période d'observation. On peut ainsi connaître les effets d'un champ captant sur son environnement hydrogéologique (nappe, rivière...).

1.2. FONCTIONNEMENT DU RÉSERVOIR DE LA NAPPE DE LA CRAIE

1.2.1. ALIMENTATION

Les précipitations se répartissent au niveau du sol entre l'évapotranspiration réelle (E.T.R.), le ruissellement et l'infiltration.

L'E.T.R. a été évaluée dans la quatrième partie de cette notice au chapitre III, paragraphe 4.

Sur le territoire du département de l'Eure, elle est de l'ordre de 470 mm en année moyenne.

L'excédent des précipitations sur l'E.T.R. est la pluie efficace, terme plus variable selon la pluviosité des régions : environ 150 mm en Pays d'Ouche, sur le plateau de Saint-André et la vallée de l'Eure, 250 à 300 mm dans le Lieuvin et le Vexin Normand.

La pluie efficace se partage en ruissellement et infiltration. Le ruissellement est en général peu abondant dans les bassins de la craie du nord-est du bassin de Paris. L'analyse des hydrogrammes des cours d'eau permet d'estimer les lames d'eau ruisseées annuellement à environ 5 % de la pluie efficace (cf. 2^e partie, chapitre 1, paragraphe 2).

C'est donc la quasi-totalité de la part non évaporée des pluies qui pénètre dans le sous-sol. Pour le département de l'Eure, l'alimentation de la nappe peut être assimilée à la pluie efficace.

Les eaux infiltrées en plateaux doivent percoler à travers un recouvrement limoneux et argileux parfois épais de plus de 20 mètres. Ensuite, elles circulent lentement à travers la zone non saturée de la craie dont l'épaisseur peut atteindre 60 à 80 mètres.

Les temps de transit sont donc très longs sous les plateaux et la recharge de la nappe est parfois décalée de plusieurs mois par rapport aux épisodes pluvieux. Par contre, en vallées sèches et surtout en vallées humides, la faible épaisseur des terrains superficiels et la proximité de la nappe entraînent des remontées de niveau quelques jours ou même quelques heures après les pluies.

Localement, en plateaux ou en vallées sèches, lors des orages les plus violents, d'importants ruissellements sont observés, les possibilités d'absorption du sol étant momentanément dépassées. Il est alors fréquent que ces eaux pluviales soient captées par des bâtoires, cheminées de dissolution et d'effondrement de la craie ayant atteint la surface. Les eaux s'y engouffrent et parviennent ensuite rapidement à la nappe par le réseau de fissures qui se développe à la base de la cheminée.

La recharge de la nappe s'effectue donc en deux temps, presqu'immédiatement après les pluies en vallées et par le jeu des bâtoires, plusieurs semaines ou plusieurs mois plus tard sous les plateaux. Cet étalement de l'alimentation dans le temps amortit les alternances de période sèches et humides et régularise le débit de la nappe.

1.2.2. ÉCOULEMENT SOUTERRAIN

Après avoir atteint la zone saturée de la craie, les eaux s'écoulent vers les exutoires de la nappe.

La vitesse d'écoulement est très variable selon la perméabilité du réservoir. De quelques centimètres par jour dans les pores de la craie massive, cette vitesse peut passer à plusieurs centaines de mètres par heure lorsque les eaux circulent dans un réseau karstique. Ce phénomène est fréquent dans le département de l'Eure où il est étudié depuis près d'un siècle (1). Contrairement au karst qui se développe dans la craie non saturée (grottes de Caumont, grottes des Andelys, gouffre Denizot à Rougemontiers...), le karst noyé n'est pas facilement explorable. Son étude est faite essentiellement sur la base d'expériences de traçages qui démontrent la relation souterraine entre un point d'absorption et un point de restitution.

Que l'on souhaite simplement mettre en évidence en transit dans le sous-sol ou étudier en détail les mécanismes de ce transit par l'importance des flux restitués aux exutoires, les produits employés sont les mêmes. Ce sont des tracements artificiels, c'est-à-dire des substances absentes naturellement dans l'aquifère.

La fluorescéine, qui colore l'eau de manière très spectaculaire dans les teintes vertes est utilisée de préférence dans le premier cas.

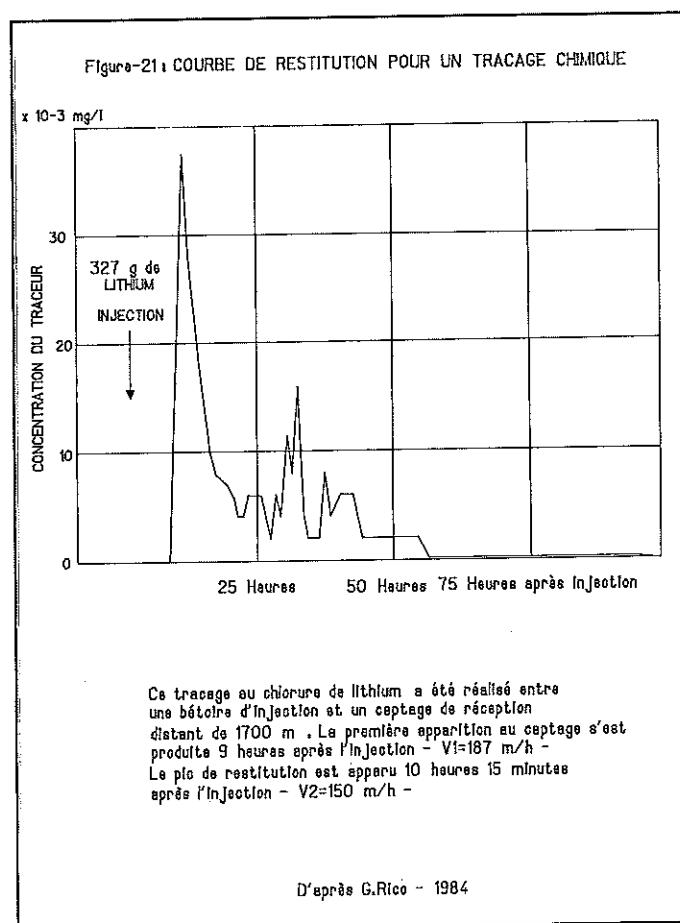
Les autres traceurs couramment utilisés sont la rhodamine B et le chlorure de lithium.

La technique du traçage bactérien a été récemment développée par le laboratoire municipal d'hygiène de la ville du Havre (1). Elle consiste à injecter dans le sol des quantités connues de bactéries « marquées » ce qui permet leur identification et leur comptage à l'exutoire.

Ces techniques de traçage artificiel sont quelquefois couplées à l'observation des variations de différents paramètres de la qualité de l'eau: conductivité, température, turbidité, etc. paramètres que l'on peut qualifier alors de traceurs naturels. On obtient ainsi des renseignements précieux sur le comportement des systèmes karstiques, ce qui permet en particulier de hiérarchiser les bâtoires en fonction de la quantité de pollution dont elles sont responsables, donc de préconiser des aménagements.

Depuis la fin du siècle dernier, de nombreux résultats ont été obtenus par différents auteurs. Ils sont rassemblés dans le tableau n° 9. Certaines expériences rapportées oralement ne sont pas prises en compte car les légendes sont nombreuses sur ce sujet.

On présente ici à la figure n° 21 un exemple de courbe de restitution du traceur observée dans un karst à la source des Godelières (cf. tableau n° 9 référence de traçage n° 36).



(1) Voir bibliographie

Par ailleurs il faut mentionner l'étude complète engagée par l'Agence de l'Eau sur le captage des Bruyères qui alimente Bernay en eau potable. Cette étude a mis en évidence le lien entre les eaux de pluie s'engouffrant dans les bâtoires et les arrivées d'eau trouble au captage.

La turbidité est donc l'indice d'une grande vulnérabilité (voir fig. 21 bis).

Sur la carte à 1/100.000, sont reportés les points d'injection et de réapparition du traceur ainsi que la direction d'écoulement. Il est remarquable que la plupart des réseaux karstiques ainsi mis en évidence se situent dans le Pays d'Ouche, sous les vallées de la Charentonne, de la Risle, de l'Iton, de l'Avre et de l'Eure.

Il semble qu'un phénomène tectonique concernant toute cette région ait entraîné l'enfoncement de la nappe par rapport au sol. Il serait certainement récent à l'échelle géologique puisque les écoulements superficiels et souterrains sont encore désorganisés et en pleine évolution.

Les cours d'eau n'y ont pas d'affluents pérennes notables car les nombreux ruisseaux du département de l'Orne se perdent dans la craie à la limite du département de l'Eure.

Les vallées ainsi asséchées sont très prononcées et témoignent d'un ancien écoulement de surface important. A l'aplomb de ces vallées sèches se développent des axes d'écoulement privilégiés qui, dans le Pays d'Ouche, sont parfois plus marqués dans la piézométrie que ceux des vallées humides. Ainsi, le cours du Rouloir long de 8 km se prolonge souterrainement sur 23 km sous la forêt de Breteuil.

Seules les principales rivières traversent cette région sans disparaître totalement. Leurs lits sont perchés et il est fréquent que leurs eaux s'engouffrent dans des bâtoires ou s'infiltrent dans des zones d'absorption diffuse : ainsi la Risle entre Neaufles-Auvergny et Beaumont-Le-Roger, soit 22 km en ligne droite, l'Avre entre Armentières-sur-Avre et Verneuil-sur-Avre, 14 km et l'Iton entre Damville et Brosville. On note qu'au siècle dernier fut créé le bras forcé de l'Iton pour remédier entre Francheville et Verneuil à l'absence totale d'eau dans le lit de l'Avre à l'entrée de Verneuil.

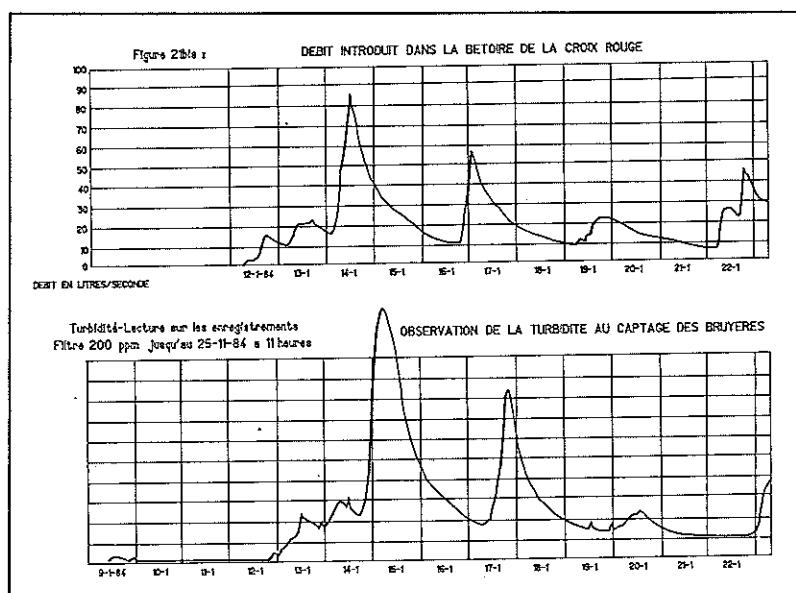
Une part importante du débit est ainsi perdue au profit de la nappe. A l'étiage, ils peuvent même s'assécher comme l'Iton en aval de Damville. Le débit soutiré est souvent restitué à l'aval au cours d'eau lui-même (source de la Forge à La Bonneville-sur-Iton, source du Moulin à Beaumontel sur la Risle...), parfois il est transféré à un autre bassin (source de Cailly-sur-Eure alimentée partiellement par l'Iton).

Les distances parcourues et les vitesses moyennes de circulation sont considérables (27 km à plus de 200 m/h, 325 m/h sur 5,5 km).

Cependant malgré l'ampleur des relations du type perte-émergence ainsi mises en évidence, l'examen de la carte piézométrique montre que les réseaux karstiques jouent avant tout le rôle de drains de la nappe de la craie. C'est pourquoi les exutoires karstiques doivent être considérés comme des sources de cette nappe plutôt que des résurgences de rivières souterraines. Cela est confirmé par des mesures de l'activité tritium des eaux des sources de Cailly-sur-Eure (150.2.35 à 39).

Bien que leur relation avec des pertes de l'Iton à Normanville ait été prouvée par un traçage, les activités mesurées sont faibles et montrent la prépondérance des apports par les plateaux d'eaux anciennes pauvres en tritium.

Des sources captées polluées par intermittence lors de fortes précipitations ont été étudiées récemment dans la région de Bernay et dans celle de Beuzeville. Les bassins d'alimentation de ces sources, situés sur les plateaux, sont parcourus par un karst drainant la nappe de la craie. Ce système produit des eaux dont la qualité s'altère durant quelques heures ou quelques jours après une forte précipitation (bactériologie, turbidité). Des traçages montrent que le ruissellement superficiel favorisé par le drainage des terres agricoles disparaît dans un certain nombre de bâtoires pour réapparaître, dilué aux sources, à des distances pouvant atteindre 11 kilomètres et une vitesse moyenne de circulation de 275 m/h.



**Tableau n° 9 - RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES DE TRAÇAGE RÉALISÉES
DANS LE DÉPARTEMENT DE L'EURE**

N° de REN VOI A LA CARTE	POINT D'INJECTION				POINT DE RÉAPPARITION						AUTEUR DATE	
	Commune	Désignation	Coordon- nées	Situation bassin	Commune	Désignation	Coordonnées côte du plan d'eau	Indice	Débit l/s	Dis- tan- ce m		
1	76 - BOOS	Forage d'absorption d'eaux pluviales	x = 516,25 y = 185,75 z = 115	Vallée sèche Andelle	27 - ROMILLY- SUR-ANDELLE	Source de l'Abîme AEP St-de-Poiss	x = 520,69 y = 181,45 z = 11	100.6.10	9	7.000	83	BRGM 1977
2	76 - LA NEUVILLE- CHANT D'OISEL	Bétoire du Fond de Nièmare	x = 520,05 y = 187,93 z = 150	plateau Andelle	27 - RADEPONT	Fontaine Guérard sources de l'Abbaye	x = 525,37 y = 183,86 z = 21	100.7.48 et 49	200	6.600	entre 137 et 269	BRGM 1980
3	27 - LES ESSARTS	Bétoire du Val Catouel	z = 125	plateau Seine	76 - MOULINEAUX	Sources de la ville de Rouen	x = 499,84 y = 193,37 z = 13	99.7.163 et 164	?	6.800	70	JANET 1905
4	27 - SAINT-OUEN DU-TILLEUL	Puisard lotissement	z = 123	Vallée sèche Seine	76 - ELBEUF	Source du Mont- Duve	x = 502,47 y = 177,35 z = 13	123.4.89	60	2.300	46	BRGM 1972
5	27 - CAHAIGNES	Perte du Rhin (Abîme) 125.6.41	x = 545,70 y = 169,07 z = 103	Plateau Cambon	27 - HARQUENCY	Source temporaire du Cambon	x = 538,32 y = 172,83 X = 50	125.1.81	?	8.000	?	Fuzier institu- teur 1905
6	27 - NORMANVILLE	Puits des Biscottes	z = 49	Vallée de l'Iton	27 - ST GERMAIN 27 - TOURNEVILLE 27 - BROSVILLE	Puits Iton Sources	z = 40				50	Dienert 1901
7	27 - NORMANVILLE	Perte de l'Iton à Caëf	z = 58	Vallée de de l'Iton	27 - CAILLY	Sources du Moutin et des Cressonières	x = 517,57 y = 157,81 z = 24	150.2.35 à 150.2.39	400	6.100	250	BRGM 1970
8	27 - GAUDREVILLE LA-RIVIERE	Perte de l'Iton Les Longs Champs aval D 55	x = 505,50 y = 139,22 z = 104	Vallée de de l'Iton	27 - GAUDREVILLE LA-RIVIERE 27 - LA BONNEVILLE	Puits des Haissettes Source du Bois des Carrières Fosse aux Dames Etang de la Forge	x = 505,26 y = 141,07 z = 92,7 x = 504,34 y = 141,25 z = 93 x = 504,08 y = 143,22 z = 85 x = 504,82 y = 143,64 z = 85	149.8.33 149.8.24 149.8.5 149.8.46 et 47	- 2 320 1400	1.875 2.250 4.250 4.500	190 228 225 303	BRGM 1968
9	27 - VILLALET	Rebrac, bétiole du Moulin	z = 109	Vallée de l'Iton	27 - GAUDREVILLE 27 - LA BONNEVILLE	Puits des Boscherons Source de l'Étang de la Forge Fosse aux Dames	x = 505,56 y = 140,42 z = 92,60 x = 504,82 y = 143,64 z = 85 x = 504,08 y = 143,22 z = 85	179.4.3 149.8.46 et 47 149.8.5	- ? ?	2.000 6.000 5.750	156 175 120	Dienert
10	27 - MANTELON	Bétoire du Moulin de Février	z = 119	Vallée de l'Iton	27 - GAUDREVILLE 27 - LA BONNEVILLE	Puits des Boscherons Etang de la Forge Fosse aux Dames	x = 505,56 y = 140,42 z = 92,60 x = 504,82 y = 143,64 z = 85 x = 504,08 y = 143,22 z = 85	179.4.3 149.8.46 et 47 149.8.5	- ? ?	5.120 8.750 8.500	152 182 140	Dienert 1901
11	27 - COULONGES	Perte du Gord 180.1.12	x = 507,92 y = 133,12 z = 128,5	Vallée de l'Iton	27 - COULONGES 27 - GAUDREVILLE	Puits du Moulin Mulot Puits des Boscherons	x = 507,60 y = 133,48 z = 112,3 x = 505,56 y = 140,42 z = 92,60	179.4.22 179.4.3	-500 -	12 7.525		BRGM 1968
12	27 - GROSLEY- SUR-RISLE	Bétoire de la Risle à Val Gallerand	z = 106 m	Vallée de la Risle	27 - BEAUMONT LE-ROGER	Sources de l'Abbaye	x = 485,90 y = 154,87 z = 88	149.1.18	?	7.000	245	Ferry 1894
13	27 - NEAUFLES AUVERGNY	Risle	z = 148 m	Vallée de la Risle	27 - BEAUMONT LE-ROGER	Source de la Pisciculture	x = 487,00 y = 152,40 z = 95	149.1.16	350	22000	250	BRGM 1971
14	27 - SAINT- ANTONIN DE-SOMMARE	Perte du somnaire	z = 205	Affluent temporaire de la Risle	27 - NEAUFLES AUVERGNY	La Risle au Moulin	z = 170		?	600	entre 26 et 78	BRGM 1972
15	61 - ST-MARTIN D'ÉCUBLE!	Vallon du Cauche	z = 215	Affluent temporaire de la Risle	27 - RUGLES	Source des Ragondins La Fontaine Source Guérin	x = 480,4 y = 126,2 z = 176 x = 480,3 y = 128,35 z = 176	178.8.20 178.8.23	5 45	5.500 5.500	entre 140 et 325	BRGM 1972
16	61 - CLOS-LA- FERRIERE	Val de Launay	z = 230	Affluent temporaire de la Risle	27 - BEAUMONT LE-ROGER	Source de la Pisciculture	x = 487,00 y = 152,40 z = 95		350	27000	206	BRGM 1972
17	27 - ST-VICTOR SUR-AVRE	Bétoire Lamberquerie		Vallée de l'Avre	27 - VERNEUIL 28 - RUCI	8 sources		215.3		6.500 à 8.000	108 à 124	Ferry 1894
18	61 - NORMANDEL	Bétoire de la vallée de la Nielle		Affluent temporaire de l'Avre	27 - VERNEUIL 28 - RUEL	10 sources		215.3		18000	119 à 134	Dienert 1904

COLORATIONS POSITIVES

POINT D'INJECTION					POINT DE REAPPARITION							Opérateur Date
Réf. Carte	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(Km) Z(m)	Situation Topographie	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(Km) Z(m)	Indice BRGM	Débit (l/s)	Distance (m)	Vitesse (m/h)	
19	27 - Amboise (Les Petits Botteraux)	Injection dans la Risle	481.65 127.82 171	Vallée humide	27 - Beaumont-le-Roger	Source de l'étier beaumontais	484.76 153.91 90	149-1-4	660	26.000	-	BRGM 1985
					27 - Beaumont-le-Roger	Source de la pisciculture	487.01 152.47 95	149-1-16	350	25.200	-	
					27 - Beaumont-le-Roger	Source de l'abbaye	485.91 154.82 85	149-1-18	50	27.300	-	
					27 - Beaumontel	F-SAEP de la Vallée de la Risle	485.42 155.26 83	149-1-22		27.600	196	-
					27 - Beaumont-le-Roger	Source de l'abyme	485.16 153.70 90	149-1-26	290	26.000	-	
					27 - Ajou	F-SAEP du Fidelaire	483.99 141.51 121	149-5-2		13.700	-	
					27 - Ajou	P-SAEP de la Vallée de la Risle	486.17 143.42 112	149-5-4		16.000	-	
					27 - La Neuve-Lyre	P-SAEP des Lyres	484.42 135.65 153	179-1-1		8.300	-	
					27 - La Neuve-Lyre	F-SAEP de Bosc-Renoult en Ouche	483.07 139.67 123	179-1-24		11.900	-	
20	27 - Beaumesnil	Station d'épuration	462.20 161.54 170	Plateau	27 - Beaumesnil	P-SAEP	480.91 146.66 133	148-8-4		600	-	BRGM 1989
					27 - Goultières	P-SAEP	483.90 148.05 105	149-5-3		3.000	-	
21	27 - Saint-Mards-de-Fresne	Bétoire dans un fossé	462.57 153.82 182	Plateau	27 - Courtonne-les-Deux-Églises	La fontaine	457.00 155.24 120			5.700	≥ 120	-
22	27 - Saint-Victor-de-Chrétienville	Bétoire	467.20 154.15 167	Plateau	27 - Bernay	S-SAEP Val Monnard	471.76 154.97 112	148-3-15	75	4.800	300 ↘ 275	BRGM 1982
					27 - Bernay	Captage des Bruyères	471.84 155.57 112	148-3-40		4.800	-	
23	27 - Saint-Victor-de-Chrétienville	Bétoire dans fossé assainissement	467.13 153.43 171	Plateau	27 - Bernay	S-SAEP Val Monnard	471.76 154.97 112	148-3-15	75	5.100	11 ↘ 8	BRGM 1982
					27 - Bernay	Captage des Bruyères	471.84 155.57 112	148-3-40		5.100	42 ↘ 11	-
24	27 - Émanville	Station d'épuration	496.20 196.20 154	Plateau	27 - Le Tilleul-Lambert	Puits communal	498.32 154.35 105	149-3-4		3.000	-	BRGM 1989

P = Puits, F = Forage, S = Source, SAEP = AEP de syndicat.

COLORATIONS POSITIVES

POINT D'INJECTION					POINT DE REAPPARITION							
Réf. Carte	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(Km) Z(m)	Situation Topographie	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(km) Z(m)	Indice BRGM	Débit (l/s)	Distance (m)	Vitesse (m/h)	Opérateur Date
25	27 - Saint-Martin du-Tilleul	Bétoire dans fossé assai- nissement	468,49 159,43 169	Vallon	27 - Bernay	Captage des Bruyères	471,84 155,57 112	148-3-40		5.100	≥ 106	BRGM 1983
					27 - Bernay	Sources rue Porée et Fontaine	473,06 156,14 105	148-3-52 148-3-53		5.600	≥ 117	
26	27 - Bernay (La fosse Vicard)	Bétoire	470,06 158,03 165	Plateau	27 - Menneval	Captage de la fontaine du Gord	474,50 156,65 100	148-3-12	27	4.600		BRGM 1983
					27 - Bernay	Captage des Bruyères	471,84 155,57 112	148-3-40		3.000	≥ 115	
					27 - Bernay	Sources rue Porée et Fontaine	473,06 156,14 105	148-3-52 148-3-53		3.500	≥ 135.	
27	27 - Courbépine	Bétoire dans fossé assai- nissement	469,79 159,56 166	Plateau	27 - Menneval	Captage de la fontaine du Gord	474,50 156,65 100	148-3-12	27	5.500	262	BRGM 1982
28	27 - Saint-Mards- de-Fresne (La Croix Rouge)	Bétoire	464,43 156,24 180	Vallée sèche	27 - Bernay	Captage des Bruyères	471,84 155,57 112	148-3-40		7.400	430	BRGM 1981
					27 - Bernay	Captage des Bruyères	471,84 155,57 112	148-3-40		7.400	147 Bactérien	
29	27 - Saint-Mards- de-Fresne	Bétoire dans fossé assai- nissement	462,60 155,62 183	Plateau	27 - Bernay	Captage des Bruyères	471,84 155,57 112	148-3-40		9.250	385 V 55	BRGM 1982
30	27 - Le Neubourg (Les abattoirs)	Station d'épuration	495,24 161,60 125	Plateau	27 - Le Tremblay- Omonville	F-SAEP du Neubourg	495,57 159,25 92	149-3-3		2.000		BRGM 1989
31	27 - Le Neubourg (commune)	Station d'épuration	494,90 162,84 120	Plateau	27 - Sainte- Opportune- du-Bosc	Captage de La Fontaine	490,40 164,35 87	123-6-7		5.000		BRGM 1989
32	27 - Harcourt	Station d'épuration	486,66 164,50 120	Haut de vallée	27 - La Neuville- du-Bosc	F-SAEP du Buhot	487,60 166,42 68	123-5-46		2.000		BRGM 1989
33	27 - Lieurey	Station d'épuration	466,52 171,98 165	Plateau	27 - Saint-Martin Saint-Firmin	S-SAEP du Vièvre	470,32 177,65 87	122-3-14	50	6.500		BRGM 1989
					27 - Livet- Authou	P-SAEP	477,44 171,95 68	122-4-1		11.000		
					27 - Cormeilles	Source non captée				7.000		
34	27 - St-Etienne- Lallier	Collecteur drainage agricole	470,98 175,86 147	Tête de vallon	27 - Saint-Martin Saint-Firmin	S-SAEP du Vièvre	470,32 177,65 87	122-3-14	50	1.800	≥ 37	BRGM 1987
35	27 - Epalgnes	Station d'épuration	462,32 177,88 148	Plateau	27 - Martainville	S-SAEP	458,94 179,36 108	122-1-22	45	3.900		BRGM 1989

P = Puits, F = Forage, S = Source, SAEP = AEP de syndicat.

COLORATIONS POSITIVES

POINT D'INJECTION					POINT DE REAPPARITION								
Réf. Carte	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(Km) Z(m)	Situation Topographique	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(km) Z(m)	Indice BRGM	Débit (l/s)	Distance (m)	Vitesse (m/h)	Opérateur Date	
36	27 - Fort-Moville	Bétoire A13	458,92 183,20 112	Plateau	27 - Le Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	1.510	70	BRGM 1981	
36	27 - Fort-Moville	Bétoire	459,00 182,99 120	Plateau	27 - Le Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	1.510	132	Rico 1984	
37	27 - Saint-Maclou	Station d'épuration	460,34 187,50 93	Vallée	27 - Foulbec	F-SAEP	460,27 191,58 4	98-5-76		3.000		BRGM 1989	
38	27 - Bourneville	Station d'épuration	475,60 188,88 120	Plateau	27 - Aizier	F-SAEP de Manneville	475,95 193,00 13	98-3-193		3.800		BRGM 1989	
39	27 - La Haye-Aubrée (Les Vesques)	Bétoire	480,21 188,63 120	Plateau	27 - Aizier	Source non captée	475,72 193,58 5	98-3-135	170	6.700	40	BRGM 1987	
					27 - Aizier	S-SAEP de Manneville	475,18 193,31 5	98-3-143	18	6.900	41	-	
					27 - Aizier	F-SAEP de Manneville	475,95 193,00 13	98-3-193		6.100	36	-	
40	27 - Etreville	Bétoire A13	479,00 187,17 121	Plateau	27 - Aizier	Source non captée	475,72 193,58 5	98-3-135	170	7.200	100	-	
					27 - Aizier	S-SAEP de Manneville	475,18 193,31 5	98-3-143	18	7.200	100	-	
					27 - Aizier	F-SAEP de Manneville	475,95 193,00 13	98-3-193		6.600	92	-	
41	27 - Rougemontier (Les Trottiers)	Bétoire	484,33 185,50 147	Tête de vallon	27 - Apperville-Annebault	S-SAEP de Manneville	478,17 181,02 38	122-4-25	220	7.800	≥ 162	BRGM 1987	
42	27 - Bouquetot (La Calendrie)	Puits absorb et bétoire	487,11 186,91 125	Plateau	76 - Mauny	P-SAEP Les Varras	495,01 186,90 16	99-6-2		7.900	165	BRGM 1985	
					27 - Caumont	P-SAEP La Bouille	497,18 185,20 2	99-7-19		10.000	208	-	
					76 - Moulineaux	Sources des Innocents	499,65 183,38 2	99-7-191		13.000	271	-	
43	27 - Bosgouet	Fossé et bétoire	492,06 185,84 125	Plateau Tête de vallon	76 - Mauny	P-SAEP Les Varras	495,01 186,90 16	99-6-2		3.300	23	BRGM 1985	
					76 - Moulineaux	Sources des Innocents	499,65 183,38 2	99-7-191		8.000	55 V 9	-	

P = Puits, F = Forage, S = Source, SAEP = AEP de syndicat.

COLORATIONS POSITIVES

POINT D'INJECTION					POINT DE REAPPARITION							
Réf. Carte	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(Km) Z(m)	Situation Topographie	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(km) Z(m)	Indice BRGM	Débit (l/s)	Distance (m)	Vitesse (m/h)	Opérateur Date
44	27 - Bourg-Achard	Station d'épuration	492,14 184,82 45	Plateau	76 - Mauny	P-SAEP Les Varras	495,01 186,90 16	99-6-2	6.000		-	BRGM 1989
					27 - Caumont	P-SAEP La Bouille	497,18 185,20 2	99-7-19	7.500			
					76 - Moulineaux	Sources des Innocents	499,64 183,38 2	99-7-191		10.000		
45	27 - Bosc-Benard-Crescy	Bétoire près de la ferme du Manoir	488,80 181,72 123	Plateau Tête de vallon	76 - Mauny	F-SAEP Les Varras	495,01 186,90 16	99-6-2	8.200	31	BRGM	1985
					76 - Moulineaux	Sources des Innocents	499,64 183,38 2	99-7-191		12.200	46	-
46	27 - Saint-Didier-des-Bois	Station d'épuration	505,60 171,50 120	Vallée	76 - Saint-Pierre les-Eibeuf	Forage communal	506,16 174,48 19	123-4-30		3.000		BRGM 1989
					27 - Saint-Cyr-la-Campagne	F-SAEP de St-Didier-des-Bois	505,41 174,03 26	123-4-66		2.200		
47	27 - Theillement	Bétoire dans fossé	488,30 176,40 93	Axe de thalweg	27 - Montfort-sur-Risle	S-SAEP	478,98 179,74 38	122-4-3	45	10.000	12	BRGM 1985
					27 - Ecaquelon	F-SAEP	480,32 178,06 45	122-4-42		8.100	10	-
					27 - Illeville-sur-Monfort	Puits de la maison forestière	479,24 179,62 35			10.000	12	-
48	27 - Gravigny (250 m aval du pont sur N154)	Injection dans l'Iton	513,98 150,43 55	Vallée	27 - Hondouville	S-SAEP Quatremare	511,74 161,16 30	124-5-54	18	16.900		BRGM 1987
					27 - Tourneville	F-SAEP d'Evreux W.	510,01 156,29 40	150-1-1		9.800		
					27 - Hondouville	La Fontaine	511,01 160,55 34	150-1-6	1.099	15.900		
					27 - Brosville	Source cressonnères	510,58 156,87 39	150-1-21 150-1-22 150-1-23	134	10.600		
					27 - Brosville	Source Brocfontaine	511,08 157,43 38	150-1-25	165	11.300		
					27 - Houetteville	F-SAEP Hondouville	510,63 159,72 33	150-1-51		14.200		
					27 - Houetteville	Source Le trou Luca	510,21 158,85 34			13.200		
					37 - Gravigny	Forage Industriel	514,14 151,27 47	150-1-53		1.000		

P = Puits, F = Forage, S = Source, SAEP = AEP de syndicat.

COLORATIONS POSITIVES

POINT D'INJECTION					POINT DE REAPPARITION							
Réf. Carte	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(Km) Z(m)	Situation Topographie	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(km) Z(m)	Indice BRGM	Débit (l/s)	Distance (m)	Vitesse (m/h)	Opérateur Date
48 suite	27 - Gravigny	Injection dans l'Iton	513,98 150,43 55	Vallée	27 - Normanville	Forage communal	513,52 153,10 45	150-1-55		3.900		BRGM 1987
					27 - Cailly- sur-Eure	Sources de la ville de Paris	517,79 157,52 25	150-2-35 à 38	351	8.000		-
49	27 - Evreux (base 105)	Station d'épuration	520,30 146,54 131	Plateau	27 - Boisset-les- Prévanches	F-SAEP	526,12 142,72 45	150-7-2		6.700		BRGM 1989
					27 - Callouet- Orgeville	F-SAEP	525,14 144,27 43	150-7-3		5.400		-
50	27 - Les-Baux- Sainte-Croix (Les Crières)	Station d'épuration	509,80 141,54 142	Plateau	27 - Les Baux- Sainte-Croix	F-SAEP	509,48 141,44 98	150-5-12		320		BRGM 1989
50	27 - Les-Baux- Sainte-Croix (Boutons d'or)	Station d'épuration	511,60 140,36 150	Plateau	27 - Les Baux- Sainte-Croix	F-SAEP	509,48 141,44 98	150-5-12		2.400		-
51	27 - Saint-André- de l'Eure	Station d'épuration	523,40 134,40 140	Plateau	27 - Champigny- la-Futelay	F-SAEP	525,45 131,40 80	180-3-14		3.600		BRGM 1989
52	27 - Illiers- l'Évêque	Injection dans la Coudane	521,56 124,74 129	Vallée	27 - Louye	Forage communal	525,50 90	180-7-30		400		BRGM 1985
53	27 - Vandrimare	Station d'épuration	528,42 187,90 78	Haut de vallée	27 - Fleury-sur- Andelle	Forage communal	528,95 185,31 17	100-8-66		3.600		BRGM 1989
54	27 - Verneusses	Bétoire de Bordeaux	460,83 136,08 219	Plateau	27 - Montreuil- l'Argillé	S-SAEP	462,84 137,49 177	178-2-23	15	2.250	111	BRGM 1988
55	27 - Grandcamp	Puisard de la station d'épuration	467,93 150,68 165	Vallée sèche	27 - Bernay	S-SAEP Val Monnard	471,76 154,97 112	148-3-15	75	5.250	223	BRGM 1988
56	27 - Bourg- Beaudoin	Bétoire	525,27 187,82 138	Plateau	27 - Radepont	S-SAEP Fumechon	527,12 184,81 27	100-7-16		3.600	123	BRGM 1988
57	27 - Quittebeuf	Bétoire	502,77 157,45 140	Plateau	27 - Hondouville	Source La fontaine	511,10 160,50 34	150-1-6	1.093	9.000	≥ 90	BRGM 1987
58	27 - Bray	Bétoire	491,63 156,54 150	Plateau	27 - Bosrobert	S-SAEP du Buhot	484,98 168,41 63	123-5-2	12	12.000	540 ▽ 270	BRGM 1988
59	27 - Ecardenville- la-Campagne	Bétoire	489,11 160,05 135	Plateau	27 - Bosrobert	S-SAEP du Buhot	484,98 168,41 63	123-5-21	12			BRGM 1988
					27 - Bosrobert	Fontaine Gambard	486,05 168,62 68	123-5-23	100	9.800	408	BRGM 1988
					27 - La Neuville- du-Bosc	F-SAEP du Buhot	487,60 166,42 76	123-5-46		6.700	137	BRGM 1988
					27 - Sainte- Opportune-du- Bosc	Captage de La fontaine	511,10 160,50 65,5	123-6-7		4.500	90	BRGM 1988

P = Puits, F = Forage, S = Source, SAEP = AEP de syndicat.

COLORATIONS POSITIVES

POINT D'INJECTION					POINT DE REAPPARITION								
Réf. Carte	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(Km) Z(m)	Situation Topographie	Département Commune	Désignation	Coordonnées X-Y(km) Z(m)	Indice BRGM	Débit (l/s)	Distance (m)	Vitesse (m/h)	Opérateur Date	
60	27 - Le-Tilleul-Lambert	Excavation		Plateau	27 - Le Tremblay-Omonville	P-SAEP du Neubourg	496,82 158,80 135	149-3-8		3.000	42	BRGM 1988	
					27 - Feuguerolles	F-SAEP	502,96 160,12 117	149-4-12		7.400	300 V 77		
61	27 - St-Colombe-La-Commanderie	Mare		Plateau	27 - Le Tremblay-Omonville	F-SAEP du Neubourg	495,57 159,25 132	149-3-3		2.000	83	BRGM 1988	
					27 - Le Tremblay-Omonville	P-SAEP du Neubourg	496,82 158,80 135	149-3-8		1.600	67 V 17		
					27 - Feuguerolles	F-SAEP	502,96 160,12 117	149-4-12		7.400	300 V 77		
62	27 - Fort-Moville	Bétoire	457,85 181,29 133,50	Plateau	27 - Le Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	3.700	159	Rico 1984	
63	27 - Le-Torpt (La Bardourie)	Bétoire	458,92 184,17 105	Plateau	27 - Le-Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	1.260	386	Rico 1984	
					27 - Le-Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	1.260	296 à 315 Bactérien	Charrière 1985	
64	27 - Beuzeuville (Vallée de l'Ermité)	Bétoire	456,93 182,75 131	Vallée	27 - Le-Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	3.210	34	Rico 1984	
					27 - Le Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	3.210	327 V 280 Bactérien	Charrière 1985	
65	27 - Le Torpt	Bétoire	458,28 183,56 124	Plateau	27 - Le-Torpt	S-SAEP Godeliers	459,68 184,47 63	98-5-24	100	1.610	63	Rico 1984	
66	27 - Les Préaux	Fossé infiltration D87	465,15 184,03 100	Plateau	27 - St-Germain-Village	Source du Vivier	466,28 184,19 50	98-6-85	12	1255 à 1.370	234 V 215	Rico 1984	
67	27 - St-Georges-du-Vièvre	Station d'épuration	472,82 172,92 132	Vallée	27 - St-Georges-du-Vièvre	Forage communal	472,17 173,02 123	123-3-19		1.000		BRGM 1989	
68	27 - Boos	Lagunage	516,20 186,64 110	Vallée	27 - Romilly-sur-Andelle	S-SAEP de Poses	520,69 181,45 10	100-6-10	10	7.000		BRGM 1989	
69	27 - Berthouville	Bétoire	476,44 166,03 154	Tête de vallée sèche	27 - Brionne	Sources Les fontaine	480,70 168,00 66	122-8-1 à 4	195	4.500-4.600	210	BRGM 1978	
					27 - Brionne	Sources Les fontaines	480,15 168,10 70	122-8-22	30	4.200	200	BRGM 1978	
70	27 - Neuville-sur-Authou	Bétoire	475,65 169,00 134	Tête de vallée sèche	27 - Brionne	Sources Les fontaine	480,50 168,15 69	122-8-4	20	5.000	53 V 14	BRGM 1982	

P = Puits, F = Forage, S = Source, SAEP = AEP de syndicat.

1.2.3. EXUTOIRES

Après avoir convergé des plateaux vers les vallées sèches et humides, les eaux de la nappe de la craie alimentent la nappe alluviale et le cours d'eau qui la draine.

Cette alimentation diffuse est importante lorsque les alluvions sont épaisses et perméables. Les sources sont alors rares ou inexistantes : haute vallée de l'Iton, Epte, Avre, Eure et Seine dans la majeure partie de leurs cours.

Par contre, lorsque les alluvions sont fines et argileuses, la nappe de la craie est mise en charge et alimente deux types de sources :

- Lorsque l'eau sourde de la craie au contact des alluvions fines, ce sont des sources de débordement. Exemple : Fosse-aux-Dames à La Bonneville-sur-Iton, sources de Cailly-sur-Eure.
- Ce sont des sources artésiennes lorsque les eaux se fraient un passage vers la surface à travers les dépôts qui les mettent en pression. Exemples : sources de la basse vallée de l'Iton (Brosville, Hondouville), sources de la vallée de l'Eure à Fontaine-sous-Jouy.

Lorsque le mur de la nappe constitué par les argiles du Gault affleure au pied des coteaux, il se forme au contact craie-argile une ligne de sources de déversement. La nappe de la craie est donc perchée par rapport à la nappe alluviale. Exemples : très nombreuses sources de la basse vallée de la Risle et de ses affluents dont certaines ont de très gros débits (source de Livet-sur-Authou).

Lorsque les alluvions recouvrent la limite d'érosion craie-argiles du Gault, les eaux de la craie se déversent dans la nappe alluviale et il n'existe plus de sources. Exemples : vallée de la Risle près de Pont-Audemer et Brionne, vallée de la Seine près de Vernon.

Les vallées sèches les plus prononcées provoquent en leur point bas l'apparition de sources de dépression lorsque la surface piézométrique de la nappe libre recoupe la surface topographique.

En général, il existe plusieurs sources temporaires en amont d'un exutoire pérenne. Elles débiteront seulement lorsque la nappe est en hautes eaux.

Exemple : sources de la Bave près de Beaumont-le-Roger.

Ainsi, la plupart des types classiques de sources sont représentés sur le territoire du département de l'Eure pour lequel 560 dossiers ont pu être établis et archivés dans la Banque de données du sous-sol. Les principales caractéristiques de ces exutoires de la nappe de la craie sont rassemblés dans le tableau de l'annexe n° 2.

Leur répartition géographique est très inégale selon les bassins ; celui de la Risle en possède plus de 200, il n'y en a que 60 dans la vallée de la Seine.

Les débits de ces sources sont très variables d'un point à un autre, de quelques titres par seconde à plus d'un mètre cube par seconde.

Cependant, les sources de la craie sont généralement peu importantes. 70% d'entre elles ont un débit inférieur à 25 l/s, alors que seulement 6% dépassent 100 l/s.

Les principales sources ou groupes de sources du département sont :

- dans le bassin de la Risle :

- sources de Bernay - 148.3.12 à 18 et 40 - 400 l/s
- sources de la pisciculture à Beaumont-le-Roger - 149.1.16 et 17 - 450 l/s
- sources de la Bave - 149.1.4 à 7 et 149.1.24 à 29 - 1.050 l/s
- sources de Livet-sur-Authou - 122.4.5 à 8 et 16 - 910 l/s
- source de Pont-Authou - 122.4.17 - 525 l/s
- source de Saint-Germain-Village - 98.6.85 à 87 - 44 l/s
- source de Le Torpt - 98.5.24 - 100 l/s

- dans le bassin de l'Iton :

- sources de La Bonneville - 149.8.46 et 47 - 1.250 l/s
- sources de Glisolles et Gaudreville - 149.8.5.24 et 25 - 1.060 l/s
- sources d'Hondouville et la Vacherie - 150.1.4 à 6 et 33 - 1.180 l/s

- dans le bassin de l'Eure :

- sources de Fontaine-sous-Jouy - 150.3.143 à 146 - 480 l/s
- sources de Cailly-sur-Eure - 150.2.35 à 39 - 550 l/s

Les débits mentionnés ci-dessus sont des ordres de grandeur. En effet, ceux-ci sont soumis à des variations saisonnières et inter-annuelles.

Les sources de Bernay, de Saint-Germain-Village, de Le Torpt sont partiellement captées pour des A.E.P. Ces points d'eau constituent donc une ressource considérable encore peu exploitée.

Il est à remarquer que les sources citées et la plupart de celles qui débloquent plus de 100 l/s se situent au centre du département dans un rectangle de 20 km par 50 km.

1.3. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX SOUTERRAINES

Un réseau de contrôle de la qualité des eaux souterraines captées pour l'A.E.P. dans le département de l'Eure a été créé en 1979 grâce au concours financier du Conseil Général, du Ministère de l'Industrie, du Ministre de la Santé et de l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie. Il a permis jusqu'en 1986 d'établir un « bilan de santé » des captages et de suivre l'évolution de certains produits tels que les nitrates. Des analyses réglementaires de type II ont été réalisées durant cette période, sur 180 captages de la nappe de la craie. Les principaux paramètres pour l'année 1986 sont rassemblés dans les tableaux n° 10 et 11.

Le faciès chimique des eaux de la craie est bicarbonaté, calcique, dur. Le pH est légèrement basique, la résistivité est moyenne. La variation des concentrations est en rapport avec les conditions hydrogéologiques (perméabilité, nature du recouvrement, épaisseur de la zone non saturée, faciès de la craie...) et avec l'occupation des sols sur les bassins d'alimentation de la nappe (bois, prairies, cultures). Ces paramètres physiques ont une influence sur la qualité des eaux de la nappe. La carte des teneurs en nitrates des eaux souterraines du département (figure n° 22) montre que la concentration maximale admissible (NORME CEE - 1980) a été dépassée sous la plaine de Saint-André et dans l'Est du Vexin Normand. Des captages d'A.E.P. ont été localement fermés et une politique agricole visant à la diminution des nitrates a été mise en œuvre. La carte est indicative et la pollution illustrée est évolutive en fonction des pratiques culturelles, des pluies efficaces et de la profondeur de la nappe.

Certains points d'eau présentent parfois des valeurs élevées de turbidité et des teneurs importantes en matières organiques. Ces anomalies apparaissent lors de fortes pluies et permettent de suspecter des relations directes entre la surface et la nappe par le jeu de points d'absorption des eaux de ruissellement (bétaires, marnières). Le fer est à l'état de traces dans les eaux de la craie. Certaines teneurs élevées sont dues au fer des alluvions d'origine organique (tourbe) ou à des apports, soit de terrains tertiaires ferrugineux, soit des couches de base de la craie (sable glauconieux de la base du Cénomanien).

La température des eaux de la craie est de l'ordre de 11 à 12°C dans l'ensemble du département.

Tableau n° 10 - CHIMIE DES EAUX DE LA NAPPE DE LA CRAIE DANS L'EURE

PARAMÈTRES	Nb. Analyses	Mini.	Teneurs dépassées pour			Maxi.	Moy. Arith.	σ
			75%	50%	25%			
PARAMÈTRES STABLES								
pH	624	6	7,1	7,1	7,2	8,2	7,16	0,17
Résistivité	620	1.533	1.956	2.109	2.293	3.236	2.137	273
Chlorures	620	12,5	16	19,5	21,5	38	19,2	4,7
Sulfates	620	0	5,5	8,5	14,5	81,5	11,1	8,8
THT	619	0	25	28	31	38,5	27	4
TAC	620	10	20	23	25,5	41,5	22,8	4
PARAMÈTRES INDÉSIRABLES								
Turbidité	717	1	5	8	14	300	15	28
Nitrates	818	0	17	25,5	41	74	28,9	15,5
Nitrites	623	0	0	0	0,02	13	0,01	0,02
Ammonium	620	0	0	0	0	0,52	0,003	0,033
Fer	679	0	0	0,01	0,02	3,1	0,05	0,18
Matières organiques	620	0,06	0,2	0,2	0,4	2	0,345	0,226
BACTÉRIOLOGIE								
Num. 37°	628	0	0	0	2	10.000		
Num. 20°	628	0	0	2	12	10.500		
Coliformes	627	0	0	0	0	930		
Escherichia coli	628	0	0	0	0	430		
Streptocoques fécaux	141	0	0	0	0	430		
Clostridium perfringens	487	0	0	0	0	200		

**Tableau n° 11 - POSITION DES EAUX DE LA NAPPE DE LA CRAIE DANS L'EURE
PAR RAPPORT AUX NORMES DE POTABILITÉ (C.E.E. - 1980)**

PARAMÈTRES	NORMES CEE (1980)		% d'analyses négatives	% d'analyses supérieures au niveau guide	% d'analyses supérieures aux concentrations maxima admissibles
	niveau guide	C.M.A.			
PARAMÈTRES STABLES					
pH	6,5 - 8,5	9,5	99,7	0,3	0
Résistivité	2.500	-	-	9,6	-
Chlorures	25	200	0,3	9,4	-
Chlorures	25	200	0,3	9,4	-
Sulfates	25	250	0,3	7,6	-
THT	15	-	-	99,4	-
TAC	-	50	-		
PARAMÈTRES INDÉSIRABLES					
Turbidité	-	30	0	-	10,3
Nitrates	25	50	0,5	51,1	9,9
Nitrites	-	0,1	58,4	-	0,2
Ammonium	0,05	0,5	99,4	0,2	0,6
Fer	50	200	44,3	19,7	3,7
Matières organiques	2	5	0	0	0
BACTÉRIOLOGIE					
Num. 37 ^e eau embouteillée	5	20	61,8	14,9	5,3
eau distribuée	10	-	61,8	8,9	-
Num. 20 ^e eau embouteillée	20	100	36,3	18,9	7,5
eau distribuée	100	-	36,3	7,5	-
Coliformes	-	0	96,8	-	3,2
Escherichia coli	-	-	97,1	-	-
Streptocoques fécaux	-	0	90,1	-	9,9
Clostridium perfringens	-	-	91,8	-	-

2) NAPPE TERTIAIRE

2.1. PIÉZOMÉTRIE

La carte piézométrique à 1/100.000 a été établie chaque fois que les points d'observation (puits, sources) étaient assez nombreux pour permettre le tracé des courbes isopiézométriques.

Ce n'est le cas que pour le plateau de Madrie entre Seine et Eure. Les affleurements situés en rive droite de la Seine sont discontinus. Ceux de la rive gauche de l'Eure sont plus étendus mais les puits y sont peu nombreux.

Les observations faites sur le plateau de Madrie montrent que les niveaux mesurés concernent la nappe contenue dans les terrains bartoniens, lutétiens et cuisiens. Les nappes des sables stampiens et des calcaires sannoisiens sont d'extension réduite et ont des productivités très minimales. Elles ne sont pas captées et ne donnent pas de sources notables.

Les eaux qui débordent au contact des marnes stampiennes et sannoisiennes s'infiltrent ensuite rapidement dans les calcaires lutétiens et surtout les sables cuisiens.

2.2. FLUCTUATIONS PIÉZOMÉTRIQUES

Il n'y a qu'un puits de la nappe du tertiaire qui ait été équipé d'un limnigraphie dans le cadre du réseau piézométrique de Haute-Normandie. Il s'agit du puits de la Ferme de la Marelle (151.52033) à Villers-en-Désœuvre mesuré sans interruption de décembre 1968 à décembre 1985. Ce puits capte la nappe contenue dans les calcaires bartoniens et lutétiens karstifiés. Les fluctuations pluriannuelles sont amples et la nappe répond à chaque période d'alimentation par une brusque remontée du niveau. Cela correspond à une nappe moyennement profonde avec un recouvrement semi-perméable peu épais. Le niveau de base est éloigné et la perméabilité de fissures est élevée.

Dans les sables de Cuise, le comportement de l'aquifère est certainement différent.

2.3. RELATIONS AVEC LA NAPPE DE LA CRAIE

Elles sont complexes du fait des variations paléogéographiques qui caractérisent les dépôts tertiaires de la région. Lorsque les argiles sparnaciennes sont présentes, elles constituent le mur de la nappe et l'essentiel des eaux souterraines déborde à leur contact. Elles permettent cependant des circulations verticales très lentes mais qui se répartissent sur de grandes surfaces.

Ainsi une alimentation non négligeable parvient à la nappe de la craie située à plusieurs dizaines de mètres sous les argiles.

Celles-ci s'amenuisent du nord-est vers le sud-ouest et disparaissent sous le plateau de Madrie. Elles sont discontinues sur la rive droite de l'Eure et totalement absente sur la rive gauche.

De même, les sables de Cuise ne s'étendent pas au Sud de Ménilles et de la forêt de Bizy. Donc en rive gauche de l'Eure, et dans la partie méridionale du plateau de Madrie, la craie porte soit les sables de Cuise, soit les calcaires lutétiens. La faible perméabilité des niveaux supérieurs de la craie permet aux eaux infiltrées dans les terrains tertiaires de constituer une nappe perchée. Mais, les sources sont rares et l'aquifère se vidange par le bas au profit de la nappe de la craie.

2.4. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

Une dizaine de sources anciennement captées étaient contrôlées régulièrement par des analyses réglementaires de type II.

Elles présentent des eaux plus minéralisées que celles de la craie. Les valeurs moyennes fournies par les mesures de l'année 1979 sont les suivantes :

- Résistivité : 1686 Ω.cm
- pH : 7,6
- Turbidité : 8 gouttes de mastic
- Dureté : 30 °F
- TAC : 24 °F
- Chlorures : 26 mg/l
- Nitrates : 34 mg/l
- Sulfates : 27 mg/l
- Fer : 0,01 mg/l
- Matières organiques : 0,34 mg/l d'O₂ cédé par KMnO₄.

La température de ces eaux est identique à celle de la craie, soit 11 à 12 °C.

3. NAPPES PROFONDES

3.1. NAPPE DES «SABLES VERTS»

3.1.1. CARACTÉRISTIQUES DU RÉSERVOIR

Comme l'a montré la description géologique de la première partie, les termes sables verts et argiles du Gault regroupent des faciès variables en nature, épaisseur et extension.

Il faut retenir que les terrains albiens supérieurs, très argileux, forment le mur de la nappe de la craie. Les terrains albiens moyens et inférieurs à dominante sableuse renferment une nappe dite «des sables verts», mise en pression par les argiles du «Gault». A ces terrains peuvent s'ajouter localement des sables aptiens ou wealdiens.

L'épaisseur de ces couches diminue rapidement au sud-ouest d'une ligne reliant Le Havre, Bernay et Verneuil. Dans le Lieuvin et l'ouest du Pays d'Ouche, les sables verts sont réduits à quelques lentilles dans des argiles. La nappe des sables verts n'est puissant qu'à l'est et au nord du département.

Le relèvement des couches vers le nord-ouest amène les terrains albiens à l'affleurement au pied des reliefs qui dominent l'embouchure de la Seine. Ils sont présents directement sous les alluvions de la baie de la Seine et de la basse vallée de la Risle.

L'anticlinal de Vernon amène ces couches au contact des alluvions de la Seine, ce qui permet l'exploitation locale de la nappe des sables verts par des forages peu profonds.

En dehors de ces deux régions, l'aquifère albien est profond de plusieurs centaines de mètres; il n'est connu que dans les sondages de reconnaissance pétrolière ou dans quelques forages anciens. Ainsi, à Prey, il serait entre 213 et 252 mètres de profondeur et vers 191 m au forage artésien d'Incarville.

3.1.2. RELATION AVEC LA NAPPE DE LA CRAIE

Les deux réservoirs sont séparés par les argiles du Gault d'épaisseur variable: 40 à 50 mètres dans le Vexin, de 10 à 20 mètres dans les autres régions.

Cet écran continu est réputé imperméable. Cependant, la différence de pression entre les deux nappes s'élève à quelques kg/cm² et s'exerce sur une surface de plusieurs milliers de kilomètres carrés.

Il n'est pas douteux que malgré la faible perméabilité du Gault le phénomène de drainance permette le transit des sables verts à la craie de volumes non négligeables. Il n'est cependant pas possible actuellement d'en apprécier l'importance exacte.

Dans la région de Vernon et dans la basse vallée de la Risle, l'épaisseur des argiles a été réduite par l'érosion et parfois les sables verts sont en contact avec les alluvions. La nappe alluviale est alors alimentée par celle de l'Albien qui se substitue localement à la nappe de la craie.

De ce fait, certains forages industriels creusés à Pont-Audemer et Vernon captent un mélange d'eaux de la craie, des alluvions et des sables verts, ce qui leur confère un faciès chimique particulier.

La population de Saint-Marcel près de Vernon est alimentée par deux forages à l'Albien prélevant entre 35 à 80 mètres de profondeur une eau de bonne qualité. La nappe est captive.

3.1.3. CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES

La qualité de l'eau des sables verts albiens est parfaitement connue dans la région de Vernon, Saint-Marcel où huit forages exploitent cette nappe. Les valeurs moyennes des principaux paramètres sont les suivants :

- Résistivité : 2500 Ω.cm
- TH: 10 °F
- TAC: 13 °F
- Chlorures: 30 mg/l
- Carbonates: 200 mg/l
- Sulfates: 25 mg/l
- nitrates: 0 mg/l
- nitrites: 0 mg/l
- Sodium: 45 mg/l
- Calcium: 25 mg/l
- Magnésium: 4 mg/l
- Potassium: 16 mg/l
- Fer: jusqu'à 0,5 mg/l.

C'est une eau douce, légèrement agressive, pauvre en oxygène, riche en sodium. Elle ne contient pas de nitrates et aucun germe pathogène. La teneur en fer très importante impose un traitement avant distribution. Le potassium est également en excès.

3.2. NAPPE DE L'OXFORDIEN (s.l.)

A Saint-Aquilin-d'Augerons, dans le pays d'Ouche, la série sableuse oxfordienne a été testée par un forage de reconnaissance au début de l'année 1989. Cet ouvrage a montré entre 76 et 105 mètres de profondeur un débit de production permanent de 24 m³/h. Comme l'Albien sableux, l'aquifère oxfordien est protégé des pollutions de surface par une couche d'argile imperméable. C'est aussi une eau très riche en Fer.

3.3. NAPPE DES SABLES DE GLOS (partie supérieure de l'oxfordien)

Le faciès des sables de Glos a été défini à Glos près de Lisieux où ils affleurent sur une épaisseur de 25 m.

Ce sont des sables fins à moyens, parfois grésifiés et ferrugineux, d'âge kimméridgien inférieur (Séquanien).

Ils ont été rencontrés dans la région de Vernon au cours d'une campagne de sondages pétroliers vers 380 m de profondeur et sur une épaisseur de 30 m. Des échantillons d'eau de cette nappe prélevés sur une douzaine d'ouvrages ont été analysés. Les principaux résultats sont les suivants :

- Résistivité : de l'ordre de 250 Ω.cm
- pH basique : entre 7,6 et 8,8
- Chlorures : de 0,5 à 0,9 g/l
- Carbonates : de 0,6 à 0,9 g/l
- Sulfates : de 0,4 à 1,2 g/l
- Pas de nitrates
- Sodium : environ 1 g/l
- Calcium : de 30 à 50 mg/l
- Magnésium : de 10 à 50 mg/l
- Pas de potassium.

Ce sont des eaux très minéralisées, improches à la plupart des usages.

Ces forages qui ne captent que les sables de Glos débiteront quelques m³/h au niveau du sol. La pression en tête d'ouvrage fermé se stabilise vers 10,5 kg/cm². La température des eaux n'est pas connue.

A Incarville, a été creusé en 1930 le premier forage de recherche pétrolière du bassin parisien (indice 124.2.108). La nappe des sables de Glos rencontrée à 480 m a débité 180 m³/h au niveau du sol lors du creusement, la température de l'eau était de 29 °C. Après fermeture, la pression est montée à 7,5 kg/cm². Le débit actuel est de 90 m³/h, y compris les apports de la nappe des sables verts.

3.4. AUTRES NAPPES

Les forages creusés au-delà du Séquanien sont très peu nombreux dans le département de l'Eure (cf. tableau n° 3). Deux seulement fournissent quelques renseignements sur les nappes les plus profondes. Celui des Hogues (100.4.1) a une profondeur de 1.345 mètres. Il a rencontré successivement :

- les sables de Glos de — 467 m à — 476 m (NGF), ils ont une bonne perméabilité et fournissent une eau chargée à 7,6 g/l,
- les calcaires du Dogger de — 742 m à — 944 m; seule l'oolithe blanche de — 752 m à — 813 m est aquifère mais très peu perméable,
- les grès et calcaires gréseux sinémuriens, les calcaires et dolomites hettangiens de — 1045 m à — 1096 m : leur perméabilité est bonne mais l'eau est très minéralisée (50 g/l).

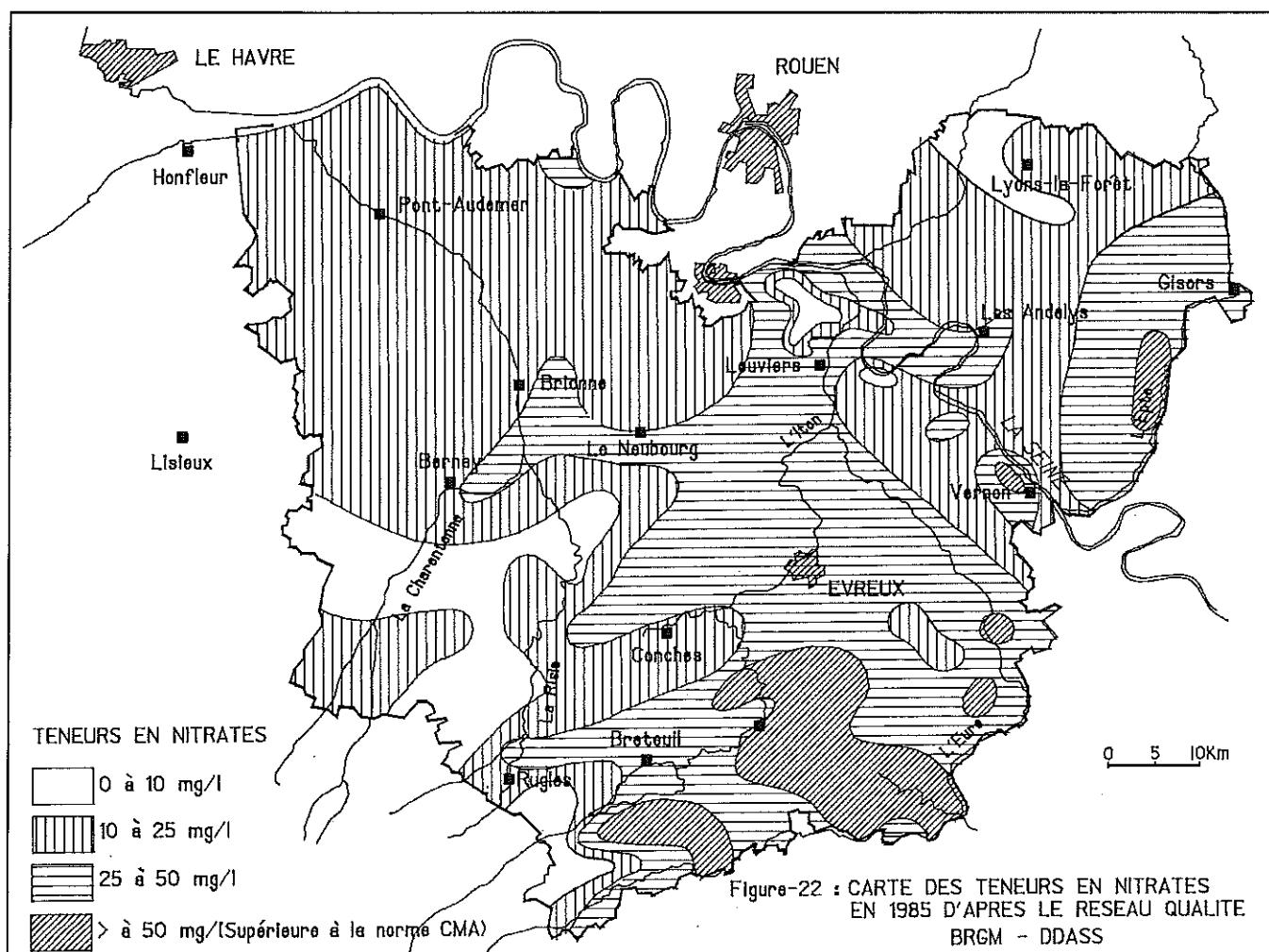
Le forage de Saint-Pierre-d'Autils (155.1.1) a atteint 1131 m de profondeur dans le socle anté-jurassique.

Les réservoirs les plus profonds sont :

- Les calcaires bathoniens de — 662 m à — 684 m (NGF) : le débit est très faible.
- Les calcaires gréseux carixiens de — 922 m à — 933 m : eau jaillissante très minéralisée (42 g/l).

Les calcaires hettangiens et sables du Permo-trias de — 1010 mètres à — 1053 mètres : eau salée à 51 g/l.

Les températures de ces différentes nappes ne sont pas connues.



Chapitre III. – Exploitation des eaux souterraines

1) CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES ET PRODUCTIVITÉ DES OUVRAGES DE CAPTAGE EXISTANTS

1.1. TYPE ET CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES DE LA NAPPE DE LA CRAIE

Mis à part de très nombreux puits particuliers à l'usage d'une ferme ou d'une famille, on dénombre environ 570 ouvrages de captage utilisés pour l'alimentation publique en eau potable, l'industrie ou l'agriculture. Ces ouvrages se répartissent entre 521 puits ou forages et 49 sources (Cf. tableau en annexe II).

Leur répartition par type et par utilisation est la suivante :

UTILISATION	TYPE DE CAPTAGE	
	Puits ou forages	Sources
Domestique	176	44
Industrielle	203	3
Agricole	142	2

Comparé au nombre total des sources du département qui s'élève à plus de 560, le nombre de sources captées est relativement faible. Il y a pourtant de nombreuses sources non captées qui présentent des débits intéressants (voir Chapitre II).

Cela tient au fait que les besoins en eau potable de la population ne sont pas très importants et/ou sont satisfaits à partir de puits ou forages plus proches des lieux de consommation et moins vulnérables aux pollutions.

La liste complète des sources du département est en annexe I.

Les puits traditionnels, creusés manuellement, sont presque tous situés sur les plateaux. Leur diamètre est compris entre 1,20 m et 2,00 m avec des parois maçonnées dans la partie supérieure au droit des formations superficielles instables et des parois nues dans la craie.

Certains ont été approfondis par forage. Ces puits anciens présentent très souvent des chambres ou des galeries qui augmentent la réserve d'eau disponible et les débits spécifiques. Ils se situent quasiment tous dans le Roumois, le Pays d'Ouche et le Lieuvin.

Les forages creusés par battage au trépan et nettoyage à la soupape, plus rarement en rotation, se sont désormais substitués aux puits depuis une trentaine d'années. Le procédé permet surtout de travailler dans la nappe lorsque les débits sont importants, en évitant l'emploi d'une pompe d'exhaure. De plus, le gain de temps dans le travail est appréciable.

Dans les vallées, chez les industriels, on a noté souvent l'emploi de tubes battus pour capter la nappe alluviale. Il s'agit de tubes de petits diamètres (inférieurs à 100 mm), crépinés dans leur partie inférieure qui sont enfouis dans le sol par battage. Les pompes employées pour éléver l'eau sont alors des pompes de surface. Ce procédé est très économique puisqu'il évite les frais d'un forage. Il n'est évidemment employé que lorsque la nappe est peu profonde (1 à 5 m).

La répartition des puits ou forages en fonction de la topographie et de leur utilisation est la suivante :

SITUATION TOPOGRAPHIQUE	UTILISATION			TOTAL
	Domestique	Industrielle	Agricole	
Fond de vallée humide	86	166	35	287
Coteaux et versant de vallée humide	12	13	8	33
Vallée sèche	24	4	8	36
Plateau	54	20	91	165
TOTAL	176	203	142	521

Près de 61 % des points considérés sont en vallée humide ou sur des versants de vallée où la nappe est peu profonde avec des débits intéressants.

7% environ sont en vallée sèche; le reste, soit près de 32%, est en plateau.

L'examen de la situation des points en fonction de leur utilisation montre que les prélevements domestiques se répartissent également entre vallée humide et coteaux d'une part et vallée sèche et plateau d'autre part. Les points de ce type situés en plateau sont bien souvent antérieurs à 1960. Pour réaliser l'adduction d'eau potable au moindre coût, on plaçait le forage ou le puits près des utilisateurs de l'eau, ce qui évitait les très longues canalisations. La ressource ainsi mobilisée n'est souvent plus en rapport avec les besoins. C'est pourquoi les communes de plateaux ont fréquemment recours à un renforcement de leur A.E.P. à partir d'autres ouvrages (voir paragraphe 2).

Pour ce qui est des prélevements à usage industriel, près de 82 % d'entre eux se situent en vallée humide. La présence d'eau à faible profondeur et en grande quantité est donc le facteur déterminant pour l'implantation des usines consommatrices d'eau.

1.2. DÉBITS SPÉCIFIQUES DES OUVRAGES, TRANSMISSIVITÉS DE LA NAPPE DE LA CRAIE

1.2.1. DÉBIT SPÉCIFIQUE

Le débit spécifique d'un ouvrage est le débit pompé dans cet ouvrage rapporté à la hauteur de rabattement, dans des conditions définies. La comparaison des chiffres fournis par les tableaux est difficile (en régime transitoire, comme c'est le plus souvent le cas, il est impératif de préciser que le débit spécifique est relatif à la durée du palier de pompage).

Pour les quelque 109 valeurs comparables entre elles, 57 concernent des ouvrages en vallée humide, 7 des ouvrages de coteaux, 28 ouvrages de plateaux et enfin 17 des ouvrages de vallée sèche.

- **Captage en vallée humide :** valeurs extrêmes = 0,5 et 715 m³/h/m
38% des valeurs sont comprises entre 0,5 et 19 m³/h/m
19% des valeurs sont comprises entre 20 et 39 m³/h/m
18% des valeurs sont comprises entre 40 et 76 m³/h/m
25% des valeurs sont supérieures à 100 m³/h/m.
- **Captage en coteaux :** valeurs extrêmes = 2,5 à 91 m³/h/m.
- **Captage en vallée sèche :** valeurs extrêmes = 0,3 et 391 m³/h/m
10 valeurs sur 17 sont comprises entre 10,5 et 22 m³/h/m.
- **Captage en plateaux :** valeurs extrêmes = 0,08 et 136,1 m³/h/m
75% des valeurs sont inférieures à 6,8 m³/h/m.

Les quatre valeurs les plus fortes : 136,1, 82,5, 49, 44 semblent être liées à l'implantation du forage dans des zones faillées ou pour le moins tectonisées.

D'une manière générale, ces chiffres traduisent une bien meilleure productivité des ouvrages situés dans les vallées humides.

1.2.2. TRANSMISSIVITÉ

C'est le paramètre qui régit le débit d'eau qui s'écoule par unité de largeur de la zone saturée d'un aquifère continu par unité de gradient hydraulique. C'est le produit du coefficient de perméabilité horizontale par l'épaisseur de la couche aquifère.

Une valeur de transmissivité a pu être obtenue, à la suite d'essais de débit menés dans les règles de l'art, pour seulement 42 puits ou forages.

Ce sont les points suivants qui sont classés selon leur situation géographique.

- **En vallée humide :**
98.2.82, 100.7.59, 100.7.67, 100.7.82, 122.5.64, 122.8.1, 124.2.46, 124.2.152, 124.2.424, 124.2.494, 124.6.219, 124.6.231, 124.8.1, 124.8.77, 125.1.66, 125.1.84, 148.3.12, 149.7.27, 150.1.20, 150.3.162, 150.5.88, 151.1.165, 151.1.190, 151.3.2012.

On a ainsi 24 valeurs de transmissivité comprises entre 8.10⁻⁴ m²/s (2,9 m²/h) et 2,7.10⁻¹ m²/s (975 m²/h).

- **En coteau :**
100.7.78, 100.8.85, 124.2.145, 180.8.2001.

Trois valeurs comprises entre 1,4.10⁻³ m²/s (5 m²/h) et 3,6.10⁻³ m²/s (13 m²/h). Le puits de Maigremont (124.2.145) a fourni une valeur exceptionnellement forte pour un flanc de coteau : 8,8.10⁻² m²/s (317 m²/h).

– **En vallée sèche :**

100.5.73, 123.4.279, 124.4.270, 124.1.314, 124.2.422, 124.2.453, 125.1.84, 178.8.26, 180.8.2001.

Neuf valeurs allant de $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ($12,8 \text{ m}^2/\text{h}$) et $4,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ($150 \text{ m}^2/\text{h}$).

– **En plateau :**

122.7.11, 179.4.1, 179.7.74, 149.4.12.

Quatre valeurs = $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$ ($0,18 \text{ m}^2/\text{h}$), $8,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ ($3 \text{ m}^2/\text{h}$), $3,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ($12,2 \text{ m}^2/\text{h}$) et $2,2 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s}$ ($80 \text{ m}^2/\text{h}$) ; la plus forte reflète une implantation de captage dans une zone faillée.

L'ensemble des résultats est détaillé pour chaque ouvrage testé dans le tableau en annexe II.

Les valeurs de transmissivité trouvées en vallée humide sont en général nettement meilleures que les autres. L'implantation d'un ouvrage en plateau est presque toujours défavorable, à moins d'arguments hydrogéologiques précis.

Les essais de débit et les calculs qui conduisent à obtenir une valeur de transmissivité augmentent légèrement le coût d'un ouvrage. C'est probablement la raison pour laquelle ils sont le plus souvent négligés. Ils sont cependant absolument indispensables à :

- la prévision de la productivité de l'ouvrage et l'exploitation optimale de la nappe ;
- la prévision du comportement hydrodynamique de la nappe sous l'effet du pompage : effet des limites (rivière, ballastière, flanc de coteau), répartition optimale des ouvrages dans les champs captants avec minoration des influences réciproques.

Sur le plan qualitatif, ils facilitent la prise des mesures de protection et l'établissement des périmètres de protection (prévision de la propagation des polluants, etc.).

1.3. OUVRAGES EXPLOITANT D'AUTRES NAPPES

1.3.1 NAPPE DES SABLES VERTS (ALBIEN)

Dans la région de Vernon où un anticinal amène les argiles du Gault au contact des alluvions, la craie a été érodée. Il est fait appel aux ressources de la nappe des sables verts peu profonde et en charge sous les argiles.

De nombreux ouvrages ont été creusés essentiellement pour des besoins industriels. La plupart sont aujourd'hui abandonnés car les eaux de cette nappe sont agressives et corrodent rapidement les crépines et tubages, ce qui entraîne fréquemment des éboulements et des venues de sables verts.

Huit ouvrages sont encore en service :

- 151.1.188 : Ets Steiner à Saint-Marcel - niveau statique à +10,4 m au-dessus du sol.
- 151.1.24, 151.1.25, 151.1.26, 151.1.69 : L.R.B.A. et S.E.P. à Vernon.
- 151.1.187 : F1 - La Plaine à Saint-Marcel.
- 151.1.27 : Centre d'émissions radio-électriques - niveaux statiques de 5 à 6,5 m au-dessus du sol.
- 151.1.190 : F2 - Le Virolet à Saint-Marcel.

On note une décroissance continue de la pression de la nappe du fait du développement de son exploitation dans la région parisienne. Les caractéristiques détaillées de ces forages sont données par le tableau en annexe II.

1.3.2 NAPPE DU TERTIAIRE

Les sources coulant au contact des argiles sparnaciennes et des sables de Cuise sont encore captées pour des particuliers. Des puits nombreux pénètrent dans ces sables et calcaires lutétiens mais les prélèvements sont d'autant plus limités que la nappe est désormais polluée en nitrates au-delà de la concentration minimum admissible pour la consommation domestique (50 mg/l).

1.4. ORIENTATIONS NOUVELLES : Ressources de substitution

La pollution importante et fréquente de l'eau d'un certain nombre de captage de Haute-Normandie a suscité une réflexion sur la mise en œuvre de ressource et substitution. Quatre voies sont ainsi en cours d'exploration.

- Exécution de forage en position latérale au karst de façon à recouper des fissures secondaires non affectées par les circulations rapides d'eaux boueuses. Deux sites ont fait l'objet d'expérimentation avec des résultats prometteurs : Bernay (27) et Héricourt-en-Caux (76).

- Utilisation de la stratification des écoulements sur un forage ayant recoupé une fissuration karstique : les venues d'eau en provenance de cette fissuration peuvent être aveuglées de façon à faire appel à des venues inférieures, de débit moindre mais de meilleure qualité. C'est le cas de Valmont, en Seine-Maritime.
- Réalisation de forages profonds dans des nappes captives protégées naturellement de la pollution par une couche argileuse imperméable : forage de Saint-Marcel dans les sables verts ou Saint-Aquilin-d'Augerons dans l'Oxfordien.
- Interconnexion de réseaux pour mélanger les eaux de qualité chimique différente.

2) PRÉLÈVEMENTS

2.1. ORGANISATION DE L'ADDUCTION EN EAU POTABLE ET PRÉLÈVEMENTS A USAGE DOMESTIQUE

L'adduction en eau potable est assurée soit à l'échelon communal, soit à celui d'un syndicat intercommunal.

Les communes ou les syndicats peuvent se donner les moyens financiers d'assurer la gestion de ce service public mais les charges qu'il représente étant assez lourdes, les maires ou les présidents de syndicat recourent souvent à la concession dudit service.

Parmi les modes juridiques possibles, il faut distinguer la concession au sens strict, l'affermage, la gérance, la prestation de services et la gestion autonome. Dans le département de l'Eure, les fermiers et concessionnaires sont les suivants (par ordre alphabétique) :

- AMPO, CFSP, CGE, SADE, SAGEA, SAUR, SLEE, Sté Auxiliaire de Travaux, Sté des Eaux de Deauville, Triger et Cie.

En milieu rural, l'administration de tutelle est la Direction Départementale de l'Agriculture. En milieu urbain, c'est la Direction Départementale de l'Équipement (il y a toutefois d'assez nombreuses exceptions à cette règle).

La carte à 1/250.000 indique les limites de chaque réseau d'A.E.P. ainsi que les valeurs des prélèvements journaliers moyens. Lorsque l'organisation du réseau est le fait d'un syndicat, le nom du syndicat est indiqué. A la date d'établissement de ce document, toutes les communes du département sont desservies en eau potable.

Sur les 700 communes que compte le département, 61 sont autonomes. Les 639 autres communes sont organisées en 107 syndicats dont les plus importants, pour le nombre de communes adhérentes, sont :

- | | |
|---|-------------|
| - le syndicat des eaux du Vexin Normand | 61 communes |
| - le syndicat de Beuzeville | 29 communes |
| - le syndicat de Manneville | 23 communes |
| - le syndicat du Roumois | 20 communes |

Quelques communes appartiennent à des syndicats ayant leur siège et l'essentiel de leur activité dans les départements limitrophes.

Il s'agit des syndicats de Boos, de Neufmarché, de l'Epte, de Bonnières et de Perdreauville.

Signalons aussi que la commune de Muzy est alimentée à partir de l'A.E.P. de Dreux.

Le total des prélèvements d'eau à usage domestique s'élève pour l'année 1988 à 46,18 millions de m³ (chiffre estimé d'après les renseignements rassemblés par l'Agence du Bassin Seine-Normandie), soit un prélèvement de 99,9 m³/an/habitant ou 274 l/jour/habitant sur l'estimation de la population de l'INSEE.

Les dix plus forts prélèvements à usage domestique (moyenne journalière) en 1988 sont les suivants :

150.5.6 et 150.5.7	: Évreux, Chenappeville	13.900 m ³ /j
150.5.5 et 150.5.10	: Évreux, Hippodrome	12.266 m ³ /j
124.6.76 et 124.6.77	: Louviers, Ville	4.036 m ³ /j
148.3.40	: Bernay, Commune	2.768 m ³ /j
98.5.24	: Beuzeville, Godeliers	2.392 m ³ /j
124.2.422	: Val-de-Reuil, Incarville	2.257 m ³ /j
151.1.6 et 151.1.7	: Vernon, Vernonnet	2.069 m ³ /j
215.3.26	: Verneuil-sur-Avre	2.005 m ³ /j
151.1.165	: Vernon (Zup), Giverny	1.754 m ³ /j
125.4.3	: Gisors	1.631 m ³ /j

Il convient d'y ajouter la station des Varras à Mauny (indice 99.6.2) qui préleve 5603 m³/j en Seine-Maritime pour alimenter le département de l'Eure.

2.2. PRÉLÈVEMENTS A USAGES INDUSTRIELS

L'essentiel de l'activité industrielle consommatrice d'eau souterraine dans le département de l'Eure se situe dans les agglomérations de Vernon, de Gaillon-Aubevoye et de Louviers-Le Vaudreuil. La partie aval de l'Andelle jusqu'à Alizay et la vallée de la Risle interviennent pour une moindre part.

Notons que les industriels d'Évreux utilisent principalement l'eau du réseau public.

Les utilisations sont nombreuses et variées. On peut citer :

- le refroidissement des machines et la production de vapeur,
- le lavage (laiterie, bouteilles, betterave, blé, granulats de carrière, textile...),
- la fabrication : - eau minérale (sources Cristal Château, Pierval),
 - traitement de surface des métaux,
 - matériaux de construction en ciment et en béton armé,
 - transformation du bois (cellulose).

Les industriels font le plus souvent appel aux eaux souterraines particulièrement intéressantes pour leurs qualités physique et chimique et notamment leur température basse et constante.

Le total du prélèvement industriel dans le département pour l'année 1987 s'élève à environ 41,2 millions de mètres cubes, soit 112.900 m³/jour (chiffre estimé d'après les déclarations des industries à l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie).

Les treize plus forts prélèvements industriels (moyenne journalière) en 1987 sont les suivants :

Alizay (S.I.C.A.) 124.2.87 à 95	49.315 m ³ /j
Louviers (Plastic Cosmos)	8.299 m ³ /j
Notre-Dame-de-la-Garenne (C.F.P.I.) 124.8.287	4.715 m ³ /j
Alizay (Aqualon France), Groupes 1, 2 et 3	4.693 m ³ /j
Aubevoye, usines n°s 1 et 2, 124.8.5, 124.8.315 à 318	3.337 m ³ /j
Hondouville (Kaysersberg) 124.5.52 et 124.5.53 et 87	3.213 m ³ /j
Bernouville (Altulor) 125.3.20 et 21	3.162 m ³ /j
Pitres (Fonderie et Aciérie du Manoir) 124.2.400	3.014 m ³ /j
Les Andelys (Holophane) 124.4.112, 124.4.128	2.575 m ³ /j
Pont-Saint-Pierre (Pierval-Vittel) 100.7.2 et 3	2.455 m ³ /j
Évreux (Minnesota)	2.447 m ³ /j
Vernon (Fonderie et Aciérie de Paris Seine) 151.1.155 et 162	2.033 m ³ /j
Saint-Pierre-de-la-Garenne (Sandoz) 124.8.104	1.548 m ³ /j

Il faut signaler que certaines activités industrielles liées à l'agro-alimentaire sont saisonnières. Les chiffres journaliers moyens donnés dans les tableaux ne sont donc pas, dans le détail, toujours justes.

Comme pour les prélèvements domestiques, le chiffre global du prélèvement industriel donné ici est certainement sous-estimé. En effet, la redevance à l'Agence s'applique à un prélèvement minimal de 19.655 m³/an.

Signalons enfin plusieurs prélèvements à caractère industriel qui sont faits dans la nappe de l'Albien. Il s'agit des points : 151.1.18, 151.1.24 à 26 et 151.1.69. Le total prélevé à Vernon (L.R.B.A.) a été de 382.000 m³ en 1987.

Les objectifs de l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie à laquelle sont versées les redevances sur les prélèvements sont les suivants :

- préserver l'équilibre entre ressources et besoins,
- accorder la priorité à l'usage public des eaux de meilleure qualité,
- limiter les rejets polluants par l'épuration et le recyclage.

2.3. PRÉLÈVEMENTS A USAGE AGRICOLE

Les eaux souterraines prélevées pour un usage agricole servent essentiellement à l'irrigation et à l'aspersion. Accessoirement, on peut citer la fabrication des produits de traitement à support aqueux : engrais, pesticide, fongicide.

Les prélèvements agricoles comptabilisés par l'Agence sont essentiellement saisonniers. Ils sont le fait des agriculteurs d'une part et des maraîchers d'autre part.

Le total des prélevements dans la nappe de la craie était de 445.162 m³ en 1978. Depuis 1979, la superficie des terres irriguées dans le département est passée de 1.671 ha à 2.261 ha en 1988. Ne sont pas pris en compte par l'Agence, l'utilisation passive d'assez nombreuses sources par les cressonniers et les pisciculteurs. Les débits qui transitent dans ces établissements sont importants.

La majeure partie des prélevements agricoles sont souvent inférieurs aux volumes soumis à la redevance. Ils ne sont donc pas comptabilisés par l'Agence. On a reporté sur la carte à 1/250.000 les points à caractère agricole où le prélevement est supérieur à 5 m³/jour. Ce sont soit des puits particuliers, soit d'anciens puits communaux ne servant plus pour l'A.E.P.

Ils sont groupés dans des zones où l'utilisation agricole de la nappe de la craie est favorisée par la faible profondeur des ouvrages nécessaires : vallées humides, Pays d'Ouche entre Iton et Avre, Lieuvin entre Guiel et Risle, Vexin dans le bassin de l'Epte.

3) AUTRES POSSIBILITÉS D'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES

Outre les usages classiques des eaux souterraines commentés ci-dessus, il existe d'autres orientations :

- microcentrale hydroélectrique,
- pompe à chaleur (Val-de-Reuil, Gisors...).

2.1. MICROCENTRALES HYDROÉLECTRIQUES

Leur principe et leur mise en œuvre sont les mêmes que pour les centrales au fil de l'eau dont il a été question au chapitre I, paragraphe 4.

Il s'agit de capter l'énergie hydraulique des grosses émergences de la nappe de la craie à la faveur des chutes naturelles ou créées.

Cette utilisation, comme celle des cours d'eau, est déjà ancienne puisque nombre de moulins étaient installés sur de tels sites. L'évaluation de leur potentiel hydroélectrique pose les mêmes problèmes que pour une rivière et ils sont résolus par les mêmes techniques statistiques. Cependant, les débits des sources de la nappe de la craie, surtout lorsqu'ils sont importants, sont souvent mieux connus que ceux des cours supérieurs des rivières.

3.2. POMPES A CHALEUR

Ce type d'appareil permet le transfert de chaleur d'une source froide à une source chaude, donc dans le sens du potentiel croissant, contrairement aux systèmes de récupération de chaleur qui assurent le transfert dans le sens « naturel ».

L'application de ce procédé au chauffage de locaux est désormais classique en utilisant l'air extérieur comme source froide.

L'utilisation des nappes d'eau souterraine comme source froide des pompes à chaleur est de plus en plus répandue. Dans cette technique, les investissements supplémentaires entraînés par le captage de l'aquifère sont largement compensés par la stabilité thermique de la source en toute saison.

Cette technique a déjà reçu des applications variées dans le département de l'Eure pour le chauffage de pavillons, d'immeubles d'habitation ou de bureaux, de locaux sportifs ou commerciaux, notamment au Val-de-Reuil.

Les forages captent la première nappe rencontrée dans les alluvions ou la craie dont l'eau est à une température de 11 à 12°C.

La taille des installations concernées ne permet pas d'envisager économiquement la recherche de nappe plus chaude, mais beaucoup plus profonde.

Des techniques plus complexes ont été développées, consistant à utiliser l'énergie solaire comme appoint : l'eau réchauffée l'été par des capteurs solaires est stockée dans l'aquifère puis prélevée l'hiver pour alimenter une pompe à chaleur.

Quel que soit le procédé envisagé, la réussite du projet dépend avant tout de la productivité de l'ouvrage de captage qui doit être adaptée aux besoins, en particulier pour le chauffage de pavillons.

Chapitre IV. – VULNÉRABILITÉ ET POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES

1) NAPPE DE LA CRAIE

1.1. VULNÉRABILITÉ AUX POLLUTIONS

La vulnérabilité d'une nappe peut être définie comme l'ensemble des conditions naturelles qui régissent l'infiltration d'une substance polluante vers la nappe puis sa propagation dans celle-ci vers les exutoires.

Certains facteurs assurent une bonne protection de la nappe de la craie :

- terrains de recouvrement épais et peu perméables,
- nappe profonde et craie non saturée peu perméable,
- vitesse d'écoulement lente et temps de transit important,
- lit de cours d'eau colmaté.

Mais une ou plusieurs de ces conditions favorables font souvent défaut :

- terrains de recouvrement traversés par des bâtières ou puits de marnières,
- nappe subaffleurante dans des alluvions grossières,
- circulation rapide dans une craie fissurée, parfois karstifiée,
- cours d'eau perché s'infiltrant dans des pertes.

C'est généralement en vallée que la vulnérabilité de la nappe est la plus grande. Elle y est encore aggravée par les forts prélevements qui accroissent les vitesses d'écoulement et par l'exploitation des graviers qui suppriment la protection des alluvions fines décapées (vallées de la Seine et de l'Eure).

Les plateaux ne sont cependant pas à l'abri des pollutions car les bâtières, marnières, puisards y sont très nombreux et constituent autant de points d'absorption des eaux de surface. De plus, la profondeur de la nappe peut être faible, même en plateau comme dans le Pays d'Ouche (10 à 20 m).

La vulnérabilité de la nappe de la craie est donc très variable d'un point à l'autre, elle doit être définie localement par la prise en compte de l'ensemble des conditions naturelles favorables et défavorables.

Au niveau d'un point d'eau, elle est souvent mise en évidence par de fortes valeurs de turbidité liées à des teneurs anormales en matières organiques, nitrates et ammoniaque, et l'abondance de germes microbien. Ces anomalies sont observées à l'occasion de « pollutions naturelles » causées par de fortes pluies sur des bassins riches en points d'absorption des eaux superficielles.

Ce type de pollution se traduit par la turbidité passagère d'un grand nombre d'ouvrages. (En Pays d'Ouche, ce phénomène peut être lié à la précipitation d'hydroxydes ferriques.) Le tableau n° 12 fournit la liste des ouvrages où la turbidité apparaît régulièrement en relation avec les épisodes pluvieux.

Tableau n° 12 - LISTE DES CAPTAGES AYANT DES PROBLÈMES DE TURBIDITÉ

SITES DONT LA TURBIDITÉ EST FRÉQUEMMENT ÉLEVÉE			
N° site	N° Banque du sous-sol	Commune	Gestionnaire syndicat/commune
06	122.1.0008	Saint-Pierre-de-Cormeilles	Commune
07	122.3.0019	Saint-Georges-du-Vièvre	Commune
12	148.3.0005	Saint-Aubin-le-Vertueux	Saint-Aubin
15	148.4.0010	Fontaine-l'Abbé	Bernay-Est
15	148.4.0021	Fontaine-l'Abbé	Bernay-Est
19	148.8.0001	Landeperouse	Commune
25	149.5.0003	Gouttières	Noyer-Gouttières
26	149.5.0004	Ajou	La Vallée de la Risle
28	178.2.0002	Saint-Pierre-de-Cernières	Mélicourt-Cernières
29	178.2.0002	Montreuil-l'Argillé	Montreuil
31	178.3.0012	La Haye-Saint-Sylvestre	Commune

33	178.4.0003	Bois-Normand près Lyre	Bois-Normand
34	178.8.0001	Rugles	Commune
35	178.8.0004	Juignettes	du Sommaire
38	179.1.0024	La Vieille-Lyre	Bosc-Renoult-la-Barre
41	179.5.0002	Neaufles-Auvergny	Rugles-Nord
41	179.5.0022	Neaufles-Auvergny	Rufles-Nord
43	100.7.0016	RadePont	RadePont
44	100.7.0073	Pont-Saint-Pierre	Commune
46	100.8.0066	Fleury-sur-Andelle	Commune
48	101.3.0008	Bézu-la-Forêt	Bézu-la-Forêt
52	101.8.0025	Amécourt	Commune
54	124.3.0109	Herqueville	Andé-Herqueville
56	124.4.0056	Les Andelys	Vexin Normand
56	124.4.0057	Les Andelys	Vexin Normand
56	124.4.0058	Les Andelys	Vexin Normand
61	125.3.0008	Dangu	Commune
73	180.1.0042	Sylvain-les-Moulins	Thomer-la-Sogne-Corneuil
74	180.1.0043	Sylvain-les-Moulins	Manthelon
79	180.3.0014	Champigny-la-Futelaye	Champigny/Lignerolles
88	180.8.2004	Ezy-sur-Eure	Ezy/Croth

C'est pourquoi, même en l'absence d'activités humaines potentiellement polluantes, les captages de la nappe de la craie doivent être particulièrement surveillés.

1.2. SOURCES DE POLLUTION RÉELLES OU POTENTIELLES

Les facteurs de pollution sont nombreux et le plus souvent liés aux activités humaines. On distingue les points de pollution réelle, quand la liaison de cause à effet entre la source de pollution et la présence du polluant dans la nappe est clairement établie, des points de pollution potentielle qui ne représentent qu'un risque, permanent ou accidentel, lequel est fonction d'un type d'événement déterminé (par exemple : épisode pluvieux).

Depuis 1981, trente captages du département de l'Eure ont fait l'objet d'études de pollution. Les principales causes de pollution des eaux souterraines constatées sur ces ouvrages sont les suivantes :

- L'absorption rapide des eaux de ruissellement contaminées par :
 - le lessivage des routes,
 - le lessivage des terres cultivées avec des engrains,
 - les fermes d'élevage,
 - les villages,
 - les zones urbaines avec un mauvais assainissement,
 - les sites industriels,
 dans les bâtoires, les puits absorbants et à partir des autres ouvrages de rejet.
- La minéralisation des eaux dans les sols :
 - nitrates liés aux engrains (Plateau de Saint-André).
- La pollution directe de la nappe par :
 - le rejet d'effluents dans des puits,
 - le comblement de ballastières en eau par des matériaux les polluant, ordures ménagères, hydrocarbures,
 - la pollution de la nappe par les rivières (pompage en rive et pertes karstiques).

La liste des trente forages proposée au tableau n° 13 montre que la cause principale de pollution est liée à l'existence de karsts et qu'elle se manifeste par l'apparition temporaire d'une turbidité. Des écoulements souterrains rapides liés aux précipitations viennent contaminer les captages.

La figure n° 23 schématisse le mécanisme des pollutions. Les points de pollution réels ou potentiels les plus évidents ont été reportés sur la carte à 1/100.000 de l'Atlas. Leur connaissance résulte de l'inventaire des pollutions réalisé en 1975 dans le département (Cf. Bibliographie sommaire) actualisé dans le cadre de différentes études.

Tableau n° 13 - TYPES ET CAUSES DE POLLUTION CONSTATÉES SUR TRENTÉ CAPTAGES
DANS LE DÉPARTEMENT DE L'EURE

CAPTAGES (par indice croissant)	ANNÉE D'ÉTUDE	POLLUTION CONSTATÉE	CAUSES DE POLLUTION	TRAÇAGE
1 - Forage et source d'Aizier 98-3-193, 98-4-88	1984	Turbidité fréquente, nitrates, bactériennes	Karst	Positif
2 - Source des Godeliers au Torpt 98-5-24	1981	Turbidité fréquente et importante, bactérienne	Karst	Positif
3 - Puits des Varras à Mauny 99-6-27	1984	Turbidité, bactérienne	Karst	Positif
4 - Puits du syndicat de Routot au Landin 99-6-27	1985	Turbidité, bactérienne	Karst	Positif
5 - Captage du syndicat de Bézu-la-Forêt	1986	Pollution faible par turbidité et en fer	Nappe subaffleurante mal protégée	
6 - Captage du syndicat du Vièvre à Saint-Martin-Saint-Firmin 123-3-14	1985	Pollution très faible observée sur un pic de turbidité	Infiltration rapide en nappe	Positif
7 - Forage d'Écaquelon 122-4-42	1984	Étude préalable à la mise en service	Karst	Positif
8 - Forage de Saint-Aubin-de-Scellon	1984	Étude préalable à la mise en service	Nappe subaffleurante	
9 - Forage de Sainte-Marguerite au Vaudreuil 124-2-152	1981	Minéralisation élevée, nitrates, sulfates, fer, sodium	Voirie E.P., ordures ménagères	
10 - Puits communal de Surville 124-5-13	1981	Minéralisation élevée, sulfates, sodium, potassium	Défaut d'assainissement	
11 - Forage d'Acquigny 124-6-42	1984	Hydrocarbures	Lessivage de route	
12 - Puits des Prés Copieux à Gisors 125-4-59	1981	Minéralisation élevée, turbidité bactérienne	Défaut d'assainissement, ordures ménagères, réalimentation par une rivière	
13 - Captage de la Fontaine du Gord à Menneval 148-3-12	1981	Turbidité	Karst	Positif
14 - Source des Bruyères à Bernay 148-3-40	1981	Turbidité	Karst	Positif
15 - Forage et source à Fontaine-l'Abbé 148-4-21 et 10	1984	Turbidité bactérienne	Karst probable	
16 - Puits communal de Landepereuse 148-8-1	1986	Fer et turbidité simultanément	Lessivage d'une formation riche en fer et précipitation hors du gisement	
17 - Puits communal de Sainte-Marthe 149-6-10	1985	Nitrates, chlorures, nitrites	Défaut d'assainissement du village	

Tableau n° 13 - TYPES ET CAUSES DE POLLUTION CONSTATÉES SUR TRENTÉ CAPTAGES DANS LE DÉPARTEMENT DE L'EURE (suite)

CAPTAGES (par indice croissant)	ANNÉE D'ÉTUDE	POLLUTION CONSTATÉE	CAUSES DE POLLUTION	TRAÇAGE
18 - Forage de Houetteville 150-1-51	1984	Turbidité, bactérienne	Karst	Positif
19 - Forage de la Plaine à Saint-Marcel 151-1-36	1981	Minéralisation très importante	Rejets industriels en nappe peu profonde	
20 - Puits communal de La Haye-Saint-Sylvestre 178-3-12	1985	Fer et turbidité	Lessivage de formations riches en fer	
21 - Puits du Sommaire à Rugles 178-8-3	1981	Turbidité, fer et matière organique	Karst	
22 - Puits des Molents à Neaufles-Auvergny 179-5-2	1981	Sulfates et turbidité	Rejets industriels et karst probable	Négatif
23 - Puits communal de Bemecourt 179-6-27	1985	Turbidité, fer, nitrites, bactérienne	Rejet d'eau de ruissellement dans la nappe	
24 - Puits du syndicat de Panlatte 180-5-1	1987	Nitrates, fer	Apports dus aux pratiques culturelles	
25 - Puits de Coudres 180-6-16	1984	Nitrates et bactérienne	Lessivage de formations riches en fer, apports dus aux pratiques culturelles et contexte géologique	
26 - Puits communal de Louyé 180-7-30	1981	Nitrates, turbidité, bactérienne	Pratiques culturelles, rivière perchée	Positif
27 - Captage communal de Saint-Georges-Motel 180-8-2003	1987	Nitrates et bactérienne	Pratiques culturelles, rivière perchée	
28 - Puits de Saint-Christophe-sur-Avre 215-2-2	1984	Turbidité, matière organique et fer fréquemment supérieur aux normes de potabilité	Karst	
29 - Puits communal de Mandres 215-2-3	1981	Nitrates	Épandage de lisiers	
30 - Puits de Verneuil-sur-Avre	1984	Fer, forte résistivité, nitrates et bactérienne	Karst	Positif

1.2.1. LA POLLUTION D'ORIGINE DOMESTIQUE

A) LES EAUX USÉES (Effluent unitaire, séparatif).

Une grande partie de cette pollution est due au rejet d'eaux usées ou vannes et d'eaux pluviales mal épurées.

En 1987, 174 stations d'épurations sont suivies par le Réseau d'Alerte et de Diagnostic des Stations d'épuration (R.A.D.S.E.). L'assainissement collectif progresse sensiblement dans l'Eure. Fin 1987, on recensait dans le département 92 stations d'épuration représentant en capacité de traitement 381.375 équivalent habitants et en population raccordée 276.940 équivalent habitant, soit 72,6 % de la capacité de traitement.

Toutes les agglomérations importantes du département bénéficient d'une station d'épuration et d'un réseau d'assainissement. Cependant, les stations absorbent quelquefois plus que ce que prévoit leur capacité en récupérant les eaux pluviales lorsque le réseau est unitaire. Il conviendrait dans de nombreux cas de séparer le réseau d'évacuation des eaux pluviales de celui des

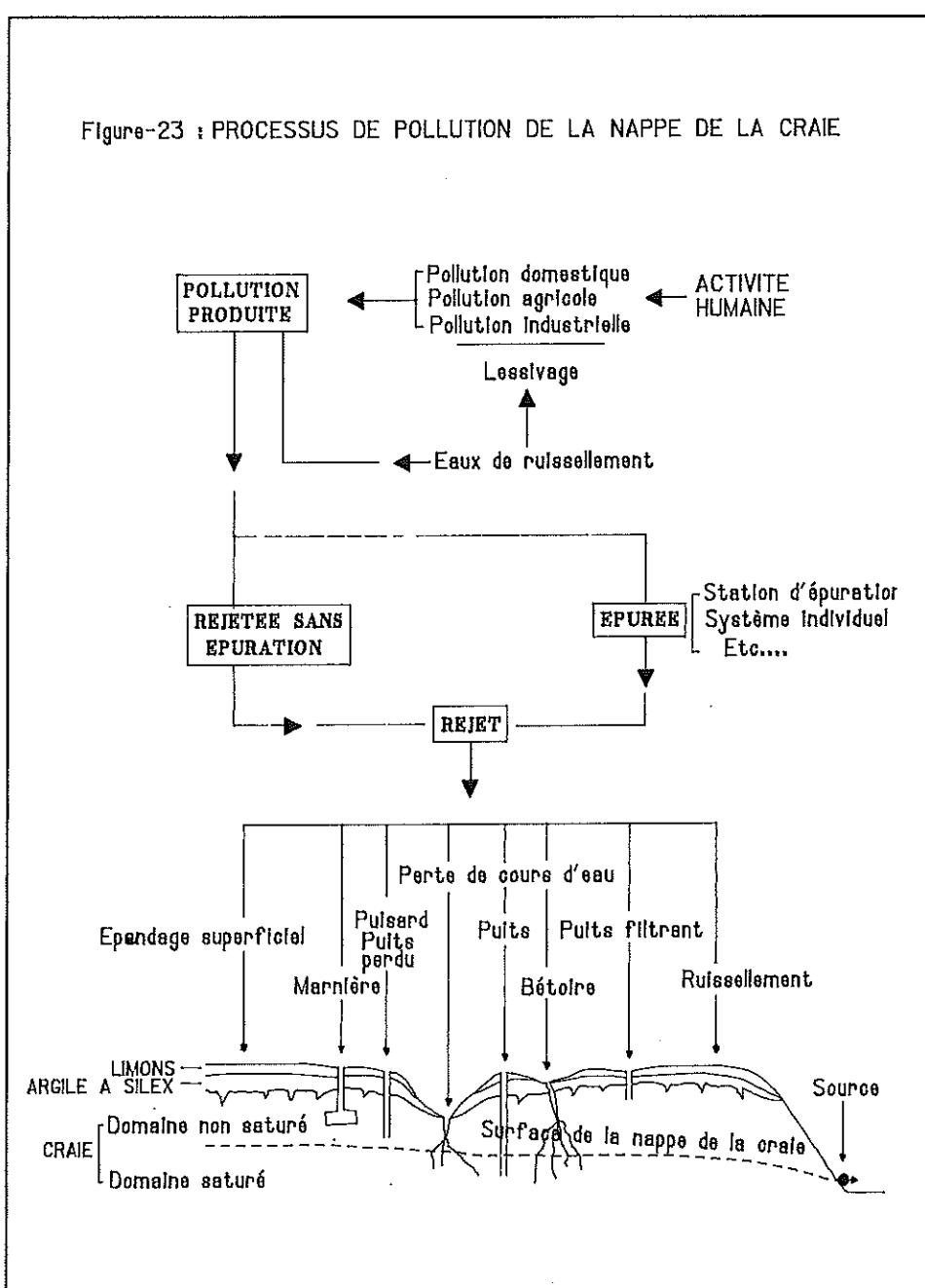
eaux usées. Sur les quinze dernières années, le R.A.D.S.E. a pu constater que 30 % des stations d'épurations de collectivités locales contrôlées avaient présenté des anomalies de fonctionnement localisées au niveau d'assainissement. Des études par traçage ont permis de mettre en évidence une grande aptitude du milieu naturel à la dégradation de la pollution domestique. On notera cependant que les rejets en puits filtrant ou en bétioire sont encore une pratique courante bien qu'interdite et qui pollue plus directement la nappe. Les stations devraient être implantées en dehors des zones de bétioires et en dehors des bassins d'alimentation des captages d'A.E.P. Les villes les plus importantes, situées dans les vallées, rejettent dans les cours d'eau.

B) Les décharges non contrôlées d'ordures ménagères constituent un autre risque de pollution d'origine domestique du fait de l'infiltration des jus très chargés, résultant du lessivage par les eaux de pluie (cf. tableau n° 13). Il y a une dizaine d'années, 400 décharges sauvages ont été recensées.

Le risque est particulièrement important pour les nombreux dépôts plus ou moins sauvages dont l'implantation et l'exploitation ne font l'objet d'aucun contrôle. De nombreux dépôts individuels effectués en bétioire constituent aussi un risque pour les eaux souterraines.

Par contre, lorsque le contexte géologique et hydrogéologique est pris en compte dans le choix du site, avec mise en œuvre éventuelle de techniques d'étanchéification, la mise en décharge est compatible avec la protection de la qualité de la ressource en eau souterraine.

Figure-23 : PROCESSUS DE POLLUTION DE LA NAPPE DE LA CRAIE



1.2.2. POLLUTION D'ORIGINE INDUSTRIELLE

L'activité industrielle du département est très inégalement répartie, surtout concentrée dans quelques secteurs de vallée : Louviers, Evreux, Le Vaudreuil, Gaillon, Vernon, basses vallées de l'Andelle et de la Risle.

Les industries polluantes et répertoriées à ce titre dans les établissements classés peuvent être regroupées par type d'activité : chimie (plastique, pharmacie, photographie), agro-alimentaire (cidrerie, distillerie, minoterie, conserverie, fromagerie, abattoir, sucrerie), bois (pâte à papier, cellulose), textile (teinturerie), mécanique et électrique, traitement de surface des métaux, hydrocarbure (raffinerie, pipeline), etc.

Les pollutions induites par les industries ne sont pas toujours évidentes. Il peut s'agir parfois du simple lessivage des aires de stockage par les eaux de ruissellement.

Les rejets d'eaux résiduaires se font souvent dans les cours d'eau.

Depuis quelques années, avec l'aide financière de l'Agence de Bassin un effort important a été entrepris pour supprimer ou réduire au minimum les principales nuisances liées aux industries.

C'est ainsi que fin 1987, on peut dénombrer 82 stations d'épuration industrielles soumises au contrôle de la R.A.D.S.E.:

1.2.3. POLLUTIONS D'ORIGINE AGRICOLE

L'activité agricole est source de pollution des eaux souterraines selon deux processus bien différents.

Dans les régions d'élevage, le stockage du fumier, du purin et du lisier est souvent réalisé dans de mauvaises conditions d'hygiène. Les eaux météoriques lessivent ces déchets et se chargent en matières organiques et en micro-organismes.

Lorsque ces eaux contaminées s'infiltrent dans le sol, une épuration naturelle physique et biologique assure une protection efficace de la nappe. Malheureusement, les sols de l'Eure présentent rarement une perméabilité suffisante pour assurer une absorption convenable. En particulier sur les limons argileux et les formations résiduelles à silex, les eaux s'accumulent dans les dépressions, d'où une multitude de mares temporaires.

Il est fréquent que les eaux pluviales se dirigent ensuite vers des bâtoires naturelles ou des puits d'anciennes marnières. Le transit vers la nappe peut alors être rapide et sans aucune épuration.

La pollution ainsi occasionnée est locale et discontinue mais massive. Si la fissuration du réservoir aquifère est développée, elle peut se propager vite et loin et atteindre des points d'eau, des puits particuliers ou des captages publics.

Le second processus de contamination de la nappe de la craie par l'agriculture consiste en l'injection continue de grandes quantités sur de vastes surfaces de produits tels qu'engrais chimiques et pesticides dans le sol puis le sous-sol jusqu'à la nappe.

Ces pratiques anciennes et généralisées ont profondément modifié le faciès chimique des eaux de la craie dans plusieurs régions. Les eaux souterraines des zones de grandes cultures industrielles parfois irriguées sont beaucoup plus riches en sulfates, chlorures et nitrates que les régions couvertes de prairies ou de forêts.

Une forte proportion d'ouvrages situés sur le plateau de Saint-André où sur sa bordure présentent des teneurs en nitrates élevées. Certains captages dans ce secteur ont été fermés à cause de teneurs en nitrates dépassant la concentration admissible. Les autres font l'objet d'une surveillance.

2) NAPPES DU TERTIAIRE

Du fait de la situation des terrains tertiaires sur les plateaux, seules les activités agricoles sont bien développées à leur surface. Comme la nappe de la craie, les nappes tertiaires sont soumises aux pollutions agricoles à partir de fermes mal assainies et du fait de l'épandage de produits chimiques.

Les réservoirs les plus vulnérables sont les calcaires, en particulier ceux du Lutétien-Bartonien souvent karstifiés et les sables cuisiens sous-jacents. La nappe est moyennement profonde (10 à 40 m) et n'est pas protégée par un recouvrement peu perméable comme la craie l'est par les argiles à silex.

La vulnérabilité de la nappe est donc élevée. De nombreuses sources, issues des sables de Cuise et utilisées autrefois à des fins domestiques sont désormais touchées par la pollution des nitrates et ont été condamnées par l'A.E.P.

3) AUTRES NAPPES

Les nappes des sables verts albiens et de l'Oxfordien sont à l'abri des pollutions du fait de leur profondeur et de leur artéiosisme. Lorsque le réservoir affleure ou vient en contact avec les alluvions, la circulation naturelle des eaux s'oppose à la péné-

tration de toute pollution. Ce phénomène protecteur pourrait être remis en cause soit par une surexploitation de ces nappes qui inverserait les échanges, soit par l'utilisation de puits d'injection à une pression supérieure à celle des réservoirs.

L'épaisseur et la capacité de production de ces aquifères diminuent de la Seine vers le Sud du département, ainsi on passe d'un débit de 90 m³/h à un débit de 30 m³/h de la région d'Elbeuf à Montreuil-l'Argillé.

Les nappes des terrains plus anciens (Jurassique et Permo-trias) sont très profondes et sous forte pression dans l'ensemble du département de l'Eure. Elles sont donc très peu vulnérables. Cependant, leur minéralisation naturelle les rend improches à la plupart des usages.

Quelques adresses utiles

- Vous cherchez un renseignement d'ordre géologique ou hydrogéologique. Adressez-vous à l'Agence Régionale Normandie du B.R.G.M. (Banque des données du sous-sol).

Parc de la Vatine
14, rue Raymond Aron - 76130 MONT-SAINT-AIGNAN
Tél. : 35 60 12 00

- Vous allez faire réaliser un forage de plus de 10 mètres de profondeur. L'entrepreneur ou vous-même devez en faire la déclaration à M. l'Ingénieur en chef des Mines de la DRIRE, Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement.

21, Avenue de la Porte des Champs
76000 ROUEN
Tél. : 35 98 21 66

- Vous allez utiliser votre ouvrage à des fins non domestiques à un débit supérieur à 8 m³/h. Vous devez envoyer une déclaration de prélèvement d'eau souterraine à la Mairie concernée (décret n° 73.219 du 23 février 1973).

- Vous désirez connaître la redevance qu'il vous faudra verser pour un prélèvement d'eau souterraine ou si vous souhaitez obtenir des renseignements sur le Réseau d'Alerte et de Diagnostic des Stations d'Epuration.
Adressez-vous à :

L'Agence de l'Eau Seine-Normandie ou au R.A.D.S.E.
4, rue du Grand Feu - 76176 ROUEN Cedex
Tél. : 35 63 61 30

- Vous utilisez un puits pour votre alimentation et vous avez des doutes sur la potabilité des eaux que vous consommez. Adressez-vous à la Préfecture, Direction de l'Action Sanitaire et Sociale ou au Laboratoire Municipal de Rouen.

Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (D.D.A.S.S.)
Boulevard Chauvin
27000 EVREUX
Tél. : 32 39 40 90

Laboratoire Municipal de Rouen
29, rue Bourg l'Abbé - 76000 ROUEN
Tél. : 35 89 79 00

Laboratoire Départemental d'Analyses
Chemin du Val Iton
Saint-Michel - 27000 EVREUX
Tél. : 32 38 26 70

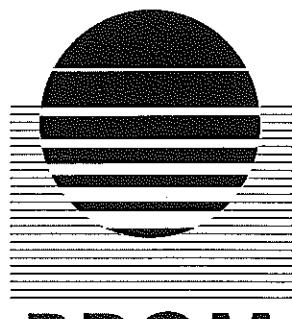
- Vous désirez consulter les fichiers hydrologiques du Service Régional de l'Aménagement des Eaux.
Adressez-vous à :

DIREN
Direction Régionale de l'Environnement
1, rue Duffay - 76100 Rouen

Choix bibliographique

Les ouvrages suivants sont d'un intérêt général pour le département de l'Eure en ce qui concerne l'hydrogéologie et les disciplines voisines. Les études plus ponctuelles très nombreuses ne sont pas citées ici. Le lecteur intéressé pourra retrouver leurs références au Service Géologique Régional de Haute-Normandie du B.R.G.M.

- Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands - Mission déléguée de Bassin Seine-Normandie - Publication hors série du bulletin Seine-Normandie 1973.
- Monographie de la zone 3 Haute-Normandie - Basse-Seine - Agence Financière de Bassin Seine-Normandie - 1968.
- L'eau en Haute-Normandie - Rapport de Monsieur le Préfet de Région aux Assemblées Régionales 2^e réunion ordinaire de 1977.
- Le climat de Normandie - Association d'Études Normandes - J. SANSON - 1954.
- Bulletin climatologique de Haute-Normandie - Météorologie Nationale, mensuel.
- Seine-Normandie - Eaux superficielles - Cahiers techniques n° 2 - Bulletin Seine-Normandie - Agence Financière de Bassin Seine-Normandie, 1975.
- Description géologique du département de l'Eure - Conseil Général A. PASSY - 1874.
- Inventaire des carrières dans le département de l'Eure - B.R.G.M. n° 74 S.G.N. 177 PNO.
- Hydrogéologie de la craie du Bassin de Paris - Colloque régional - Rouen - 1978.
- Ressources en eaux souterraines des bassins crayeux de la rive gauche de la Basse-Seine - BURGEAP - 1970.
- Hydrogéologie du bassin de la Risle - BURGEAP - 1974.
- Synthèse hydrogéologique du bassin de l'Eure - BURGEAP - 1974.
- FERRAY (Ed.) - Communication à l'Académie des Sciences ; séance du 13-8-1894 - Les rivières du département de l'Eure qui disparaissent. Leur cours souterrain. Leur point de réapparition.
- FERRAY (Ed.) - Hydrographie du département de l'Eure. 1896.
- DIENERT - Travaux des années 1900 et 1901 sur les eaux des sources de la vallée de l'Avre alimentant la ville de Paris.
- Evaluation des ressources hydrauliques. Données géologique et hydrogéologique des feuilles à 1/50.000 :
 - Les Andelys BRGM n° DSGR 67 A 73
 - Rouen est BRGM n° 68 SGL 38 PNO
 - Rouen ouest BRGM n° 68 SGL 39 PNO
 - Evreux-Mantes BRGM n° 70 SGN 41 PNO
 - Le Havre-Lisieux BRGM n° 70 SGN 221 PNO
 - Gisors BRGM n° 73 SGN 14 PNO
 - Gournay BRGM n° 73 SGN 15 PNO
- Traçage bactérien en aquifère karstique - G. CHARRIERE - 1987 - Laboratoire Municipale d'Hygiène - Ville du Havre.
- Contrôle de la qualité de la nappe de la craie - 9 rapports de 1979 à 1988 - BRGM n° 88 SGN 230 HNO.
- Pollution accidentelle des captages d'eau potable de l'Eure - BRGM n° 88 SGN 341 HNO.
- Piézométrie de la nappe de la craie : EURE - BRGM n° 88 SGN 819 HNO.
- Schéma départemental des carrières de l'Eure (UNICEM, CETE, BRGM) BRGM n° 88 SGN 564 HNO.
- Recherche des causes de pollution de captages d'A.E.P. dans le département de l'Eure. BRGM n° 1: 81 SGN 667 HNO ; n° 2: 84 AGI 400 HNO ; n° 3: 865 SGN 220 HNO ; n° 4: 87 SGN 386 HNO.
- Impact des rejets des stations d'épuration sur les eaux souterraines captées pour l'A.E.P. Département de l'Eure, Agence Financière de bassin Seine-Normandie, Ministère de l'Environnement, Ministère de l'Industrie et de la Recherche. BRGM 89 SGN 263 HNO.



BRGM
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

AGENCE RÉGIONALE DE HAUTE-NORMANDIE