

ATLAS HYDROGEOLOGIQUE DE LA SEINE MARITIME

NOTICE



CONSEIL GÉNÉRAL
DE LA
SEINE-MARITIME

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



AGENCE DE
L'EAU
SEINE-NORMANDIE

CONSEIL GENERAL
DE LA
SEINE-MARITIME

MINISTERE DE L'INDUSTRIE
ET DE
L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

AGENCE
DE L'EAU
SEINE-NORMANDIE

NOTICE DE L'ATLAS HYDROGEOLOGIQUE DE LA SEINE-MARITIME

par

J. CHEMIN, J.P. HOLE
M. PECKRE, I. VIDARD



BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES
AGENCE REGIONALE HAUTE-NORMANDIE

JUILLET 1992

SOMMAIRE

PRESENTATION DES CARTES ET DE LA NOTICE.....	7
--	---

1^{ère} PARTIE : CONDITIONS PHYSIQUES ET CLIMATIQUES

CHAPITRE I : APERÇU GEOGRAPHIQUE

1. REGIONS NATURELLES.....	9
2. MORPHOLOGIE ET HYDROGRAPHIE.....	10
3. SOL ET VEGETATION.....	10
4. DEMOGRAPHIE ET ACTIVITES HUMAINES.....	11

CHAPITRE II : GEOLOGIE

1. SERIE STRATIGRAPHIQUE.....	12
1.1 Le socle.....	12
1.2 Le Permo-trias.....	15
1.3 Le Jurassique.....	15
1.3.1 Le Lias.....	15
1.3.2 Le Jurassique moyen.....	15
1.3.3 Le Jurassique supérieur.....	15
1.4 Le Crétacé inférieur.....	15
1.5 Le Crétacé supérieur.....	15
1.5.1 Le Cénomanién.....	15
1.5.2 Le Turonien.....	17
1.5.3 Le Sénonien.....	17
1.6 Le Tertiaire.....	17
1.7 Formations superficielles.....	17
1.7.1 La formation résiduelle à silex.....	17
1.7.2 Le complexe des limons.....	17
1.7.3 Les colluvions.....	17
1.7.4 Les alluvions.....	18
2 - STRUCTURE TECTONIQUE.....	18

CHAPITRE III : ELEMENTS DE CLIMATOLOGIE

1. LE RESEAU D'OBSERVATIONS CLIMATOLOGIQUES.....	19
2. PLUVIOMETRIE.....	19
3. TEMPERATURE, INSOLATION, VENTS.....	24
4. EVAPOTRANSPIRATION.....	24
5. PRECIPITATIONS EFFICACES.....	26

2^{ème} PARTIE : RESSOURCES EN EAU

CHAPITRE I : EAUX SUPERFICIELLES

1. RESEAU D'OBSERVATION HYDROLOGIQUE.....	27
2. REGIMES DES COURS D'EAU.....	29
3. DEBITS SPECIFIQUES.....	29
4. RESSOURCES HYDRO-ELECTRIQUES.....	30

CHAPITRE II : EAUX SOUTERRAINES

1. NAPPE DE LA CRAIE	31
1.1 Piézométrie	31
1.1.1 La carte piézométrique à 1/100.000	31
1.1.2 Réseau d'observation piézométrique	32
1.1.3 Historique piézométrique	35
1.1.4 Etat de la nappe en 1989-90 et prévisions	37
1.1.5 Types de fluctuations	37
1.2 Fonctionnement du réservoir de la nappe de la craie	40
1.2.1 Alimentation	40
1.2.2 Ecoulement souterrain	40
1.2.3 Exutoires	40
1.3 Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines	49
2. AUTRES NAPPES	50
2.1 Nappes des terrains tertiaires	50
2.2 Nappes des terrains anté-Crétacé supérieur	50

CHAPITRE III : EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES

1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET PRODUCTIVITE DES OUVRAGES DE CAPTAGE	52
1.1 Type et caractéristiques des ouvrages de la nappe de la craie	52
1.2 Débit spécifique des ouvrages. Transmissivité de la nappe de la craie	53
1.2.1 Débit spécifique	53
1.2.2 Transmissivité	53
2. PRELEVEMENTS	54
2.1 Organisation de l'adduction en eau potable et prélèvements à usage domestique	54
2.2 Prélèvements à usage industriel	56
2.3 Prélèvements à usage agricole	57
3. AUTRES POSSIBILITES D'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES	57
3.1 Microcentrale hydroélectrique	57
3.2 Pompes à chaleur	57
3.3 Forages géothermiques	58

CHAPITRE IV : VUNERABILITE ET POLLUTION DES EAUX SOUTERRAINES

1. NAPPE DE LA CRAIE	59
1.1 Vulnérabilité aux pollutions	59
1.2 Sources de pollution réelles ou potentielles	60
1.2.1 Pollution d'origine domestique	60
1.2.2 Pollution d'origine industrielle	60
1.2.3 Pollution d'origine agricole	61
1.2.4 Turbidité	62
2. AUTRES NAPPES	62

CHOIX BIBLIOGRAPHIQUE	63
------------------------------------	----

QUELQUES ADRESSES UTILES	64
---------------------------------------	----

AUTRES SERVICES COLLABORATEURS	65
---	----

DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES	66
--	----

LISTE DES FIGURES

1. Régions naturelles	9
2. Schéma géologique et situation des principaux forages profonds	12
3. Log. stratigraphique du forage d'Hugleville (76.3.12)	13
4. Coupes des falaises de Saint-Jouin et Etretat	16
5. Schéma tectonique	18
6. Réseau d'observation climatologique	19
7. Précipitations moyennes annuelles d'après les normales	21
8. Pluviométrie de la Seine-Maritime - 1976-1981	22
9. Pluie à Rouen de 1966 à 1988	23
10. Fréquence annuelle moyenne du vent à Rouen-Boos et à l'avant-port du Havre	25
11. Pluies efficaces moyennes annuelles selon la méthode de Turc	26
12. Situation des stations de jaugeage	27
13. Réseau piézométrique	32
14. Fluctuations piézométriques en plateau de 1946 à 1989	36
15 et 16. Fluctuations piézométriques en vallée humide	38
17. Type de variation de nappes souterraines à Saint-Laurent, Motteville et Catenay	39
18. Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur	58
19. Processus de pollution de la nappe de la craie	61

LISTE DES TABLEAUX

1. Résultats géologiques des principaux sondages profonds du département de la Seine-Maritime	14
2. Précipitations moyennes sur le département de la Seine-Maritime	20
3. Evapotranspiration réelle et pluie efficace moyennes annuelles en Seine-Maritime	24
4. Stations de jaugeage des cours d'eau de la Seine-Maritime	28
5. Débits caractéristiques des cours d'eau de la Seine-Maritime.....	29
6. Réseau piézométrique du département de la Seine-Maritime	33-34
7. Sources importantes non captées	35
8. Résultats des expériences de traçage réalisées en Seine-Maritime	41 à 48
9. Chimie des eaux de la nappe de la craie (année 1986).....	50

PRESENTATION DES CARTES ET DE LA NOTICE

L'atlas hydrogéologique du département de la Seine-Maritime est composé de 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 1962. Les principaux rapports et travaux consultés sont cités dans la bibliographie sommaire.

Les cartes sont parues en 1978 sur financement du Conseil Général de la Seine-Maritime, du Ministère de l'Industrie et du Ministère de l'Équipement, et ont été mises à jour en 1989.

1. CARTE PRINCIPALE EN DEUX FEUILLES A 1/100000

CARTE GÉOLOGIQUE

Y figurent les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires affleurant à la surface du sol ou sous un recouvrement dont il a été fait abstraction (limons, formations à silex, poches de sables), sauf pour les alluvions anciennes et récentes qui sont distinguées.

Un fond coloré 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 1/50000.

Les failles connues et les principaux axes structuraux sont également mentionnés et les sondages géologiques profonds et caractéristiques sont positionnés. Les courbes d'égale altitude du toit des argiles du Gault sont dessinées lorsqu'elles sont connues. Les tracés retenus privilégient la compréhension hydrogéologique, parfois au détriment du détail purement géologique.

CARTE HYDROGRAPHIQUE

Le fond I.G.N. donne les cours d'eau pérennes et temporaires. Les principaux canaux de navigation ou d'assainissement sont soulignés.

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

Les sources inventoriées sont représentées par un figuré qui indique l'importance de leur débit. Les principales cressonnières et piscicultures sont indiquées.

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE

Les courbes isopièzes ont été tracées d'après les résultats de travaux d'inventaire des points d'eau du département effectués de 1962 à 1970 dans le cadre de l'inventaire des ressources hydrauliques (I.R.H.), puis de 1971 à 1977 dans le cadre de l'évaluation des ressources hydrauliques (E.R.H.).

Quelques compléments ou corrections ont été apportés pour rendre l'ensemble homogène et tenir compte des observations les plus récentes fournies par le réseau piézométrique de la région Haute-Normandie dont les piézomètres sont reportés sur la carte.

Elle indique également les lignes de partage des eaux souterraines, les zones hydrogéologiques favorables à préserver, celles où la nappe est de mauvaise qualité chimique, enfin, les pertes et leur relation avec un exutoire lorsqu'elle a pu être mise en évidence par une expérience de traçage.

CARTE DES OUVRAGES DE CAPTAGE

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, PAC).

Pour les captages d'A.E.P., les périmètres de protection sont tracés. Certains d'entre eux ont fait l'objet d'une révision depuis la parution de la carte.

Les principaux champs captants et les zones à forts prélèvements sont soulignés.

CARTE DES POINTS DE POLLUTION REELS OU POTENTIELS CONNUS

Il s'agit d'un inventaire non exhaustif des activités humaines susceptibles d'engendrer une pollution des eaux souterraines. Le document n'est établi qu'à titre indicatif, afin d'attirer l'attention sur les zones les plus sensibles.

2. CARTES AU 1/25000 DES ZONES LES PLUS EXPLOITEES

Ce sont la boucle de la Seine à Rouen, la vallée du Cailly à l'aval de Montville et la région de Lillebonne - Notre-Dame-de-Gravenchon. La densité des points de prélèvements y justifie le changement d'échelle. Les points de pollution indiqués sur la carte à 1/100000 n'y sont pas repris.

3. CARTE DES PRELEVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE ET DES RESEAUX D'ADDUCTION D'EAU POTABLE (1/250000)

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.

PRELEVEMENTS

Ils sont répartis en cinq 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 Bassin. Les points de ce type figurent donc dans la classe la plus faible.

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 soit homogène.

Quelques puits communaux, anciennement à usage d'adduction d'eau potable, peuvent maintenant être utilisés par les agriculteurs.

Signalons aussi que les points à usage d'eau de table (embouteillage) sont mis dans la catégorie A.E.P. communale. Pour chaque point, les renseignements fournis par le jeu de symboles sont complétés par l'indice national.

LIMITES DES RESEAUX

Un réseau d'adduction d'eau potable est à l'échelon communal ou intercommunal (groupement de communes organisées en syndicat). On trouve sur la carte les limites et le nom de chaque syndicat ou commune autonome. 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.

4. 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 des tableaux complètent le texte de cette notice.

En annexe, sont regroupés les résultats de l'inventaire des sources de la nappe de la craie (Annexe I), les caractéristiques techniques, hydrogéologiques et l'utilisation de tous les ouvrages de captages du département de la Seine-Maritime, à l'exception des prélèvements agricoles de faible importance (Annexe II). Ces renseignements sont ceux connus à la fin de l'année 1980. Un additif à l'annexe II présente l'ensemble des forages effectués de 1981 à 1989.

N.B. : Les documents annexes n'ont pas été joints à la présente notice. Ils font l'objet d'un tirage limité dont dix exemplaires ont été adressés au Département de la Seine-Maritime, cinq exemplaires à la Direction Interdépartementale de l'Industrie de Haute-Normandie, et dix exemplaires à l'Agence de l'eau Seine-Normandie. Ils peuvent être par ailleurs consultés à l'Agence Régionale Haute-Normandie du B.R.G.M.

PREMIERE PARTIE : CONDITIONS PHYSIQUES ET CLIMATIQUES

CHAPITRE I - APERÇU GEOGRAPHIQUE (*)

1. REGIONS NATURELLES

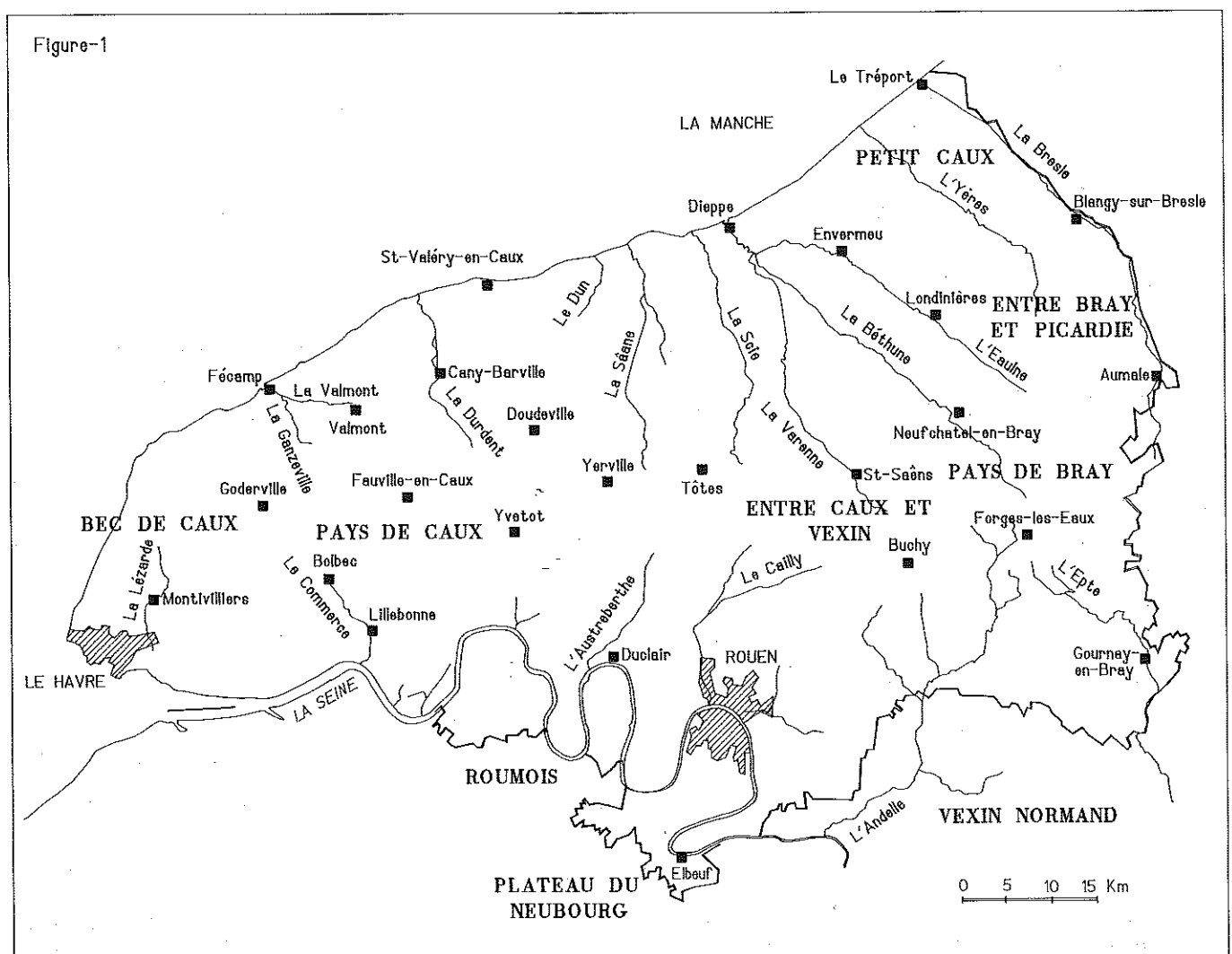
La Seine-Maritime couvrant une surface de 6 278 km² occupe la partie la plus septentrionale de la Normandie. Elle est limitée à l'Ouest et au Nord-Ouest par la Manche, au Sud par la Seine, au Nord-Est par la Bresle. A l'Est et au Sud-Est, les limites sont d'origine historique et recoupent les bassins de l'Andelle et de l'Epte (Figure n° 1).

On distingue trois régions principales :

- Le Pays de Caux s'étend entre la Manche, la Seine et une ligne reliant Rouen à Dieppe. C'est un plateau dont l'altitude varie entre 100 m à l'Ouest et 170 m à l'Est.
- Le Pays de Caux (100 m d'altitude moyenne) constitue une profonde échancrure environnée de "côtes" culminant à plus de 200 m.
- La Vallée de la Seine serpente entre les plateaux du Caux et du Roumois (dans le département de l'Eure) sur environ 150 km.

Entre ces régions s'insèrent des zones de transition qui sont le Petit Caux, l'Entre Bray et Picardie, l'Entre Caux et Vexin.

Figure 1 : REGIONS NATURELLES DU DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME



(*) Rédaction par Madame A.M. BEREPION, professeure certifiée de Sciences Naturelles, et Monsieur BARDAT, chargé d'étude à la DRAE.

2. MORPHOLOGIE ET HYDROGRAPHIE

Le paysage se présente sous forme de plateaux et de glacis dont les altitudes moyennes sont de 110 à 150 m pouvant atteindre plus de 200 m sur le bord du Pays de Bray.

Le Pays de Caux et le Petit Caux qui le prolonge au Nord forment un plateau légèrement incliné d'Est en Ouest, et présentant le long du littoral de grandes falaises crayeuses verticales. Le plateau est interrompu à l'Ouest par de multiples entailles de petites vallées suspendues (appelées "valleuses"), toutes parallèles et de direction Nord-Ouest, Sud-Est, et par quelques estuaires où se nichent des ports (Fécamp, Dieppe, Le Tréport). Au Sud, le réseau hydrographique, probablement orienté par les fractures de la craie, s'enfonce dans des vallées profondes qui rejoignent la Seine (Lézarde, Commerce, Sainte-Austreberthe, Cailly). Dans ce plateau, s'ouvre une échancrure de 70 km de long (dont 40 km en Seine-Maritime) et 13 km de large : le Pays de Bray qui est un anticlinal asymétrique, érodé, présentant grâce à l'humidité du climat et à un sous-sol argileux et sableux, une morphologie "jurassienne" avec des cluses et des combes herbeuses et boisées. Le drainage de cette région se fait vers le Nord-Est par la Béthune et au Sud-Ouest par l'Epte. Au Sud du département, la Seine définit une morphologie bien particulière, de par les méandres qu'elle dessine et qui semblent découper les falaises de craie sur les rives concaves et de par les terrasses surtout visibles sur les rives convexes qui résultent de phénomènes d'érosion et de sédimentation.

De nombreuses vallées sèches entaillant le plateau crayeux se localisent le long du littoral de la Manche ou bien prolongent les vallées à cours d'eau pérennes. Leur profil transversal généralement en auge et leur petite longueur (10 km maximum) sont les conséquences des variations climatiques régnant à l'ère quaternaire.

Le réseau hydrographique comprend deux grands bassins :

- celui de la Seine et de ses affluents : la Lézarde, le Commerce, l'Austreberthe, le Cailly et le Robec,
- celui de l'Arques où se jettent l'Eaulne, la Béthune et la Varenne,
- et des bassins de moindre importance.

Les affluents de deuxième ou troisième catégorie sont rares dans le Pays de Bray et dans l'Entre Caux et Vexin.

3. SOL ET VEGETATION

En 1988, la surface du département (6 278 km²) se répartissait comme suit :

- 2 435 km² de cultures (38,6 %)
- 961 km² de bois et forêts (feuillus et résineux) (15,2 %)
- 2 106 km² de surface toujours en herbe (33,4 %)
- 805 km² de terres non agricoles (12,8 %).

Sur les plateaux crayeux, recouverts d'argile à silex et de limons plus ou moins altérés, se sont formés toute une série de sols bruns acides, sols lessivés ou podzoliques (plus rares). En raison d'une pluviosité annuelle supérieure à 800 mm et d'un fort degré hygrométrique, les hêtraies-chênaies constituent aujourd'hui la végétation naturelle climatique. Au cours des deux derniers millénaires, l'homme a converti une grande partie de ces espaces sylvatiques en zones de cultures vivrières. Toutefois, de nombreuses associations forestières sont dominées par des combinaisons d'essences variées : chênaies-charmaies, chênaies-boulaies, chênaies-frênaies et frênaies-éablières, où s'expriment des ensembles floristiques herbacés très divers, liés à une large palette de sols, depuis les sols podzoliques les plus acides jusqu'aux rendzines les plus basiques.

La vallée de la Seine constitue un ensemble géomorphologique complexe qui conditionne une très grande richesse de milieux naturels potentiels :

- Les coteaux pentus où se développent de très nombreuses pelouses calcicoles sur sols rendzinoïdes dominés par la séslerie bleue avec un cortège d'espèces remarquables de tonalité laté-méditerranéenne et médio-européenne (orchidée, anémone pulsatille, hélianthème, etc...).
- Des forêts de pentes où se réfugie notamment une hêtraie à ifs, groupement original structurellement proche de ses homologues jurassiennes ou d'Europe centrale.
- Les terrasses alluviales basses sablo-graveleuses sont occupées par une mosaïque de formations végétales : forêt sèche à chênes sessiles et charmes, pelouses silicoles sèches à flore très particulière (jasione des montagnes, teasdaleie, sphane, etc...) et des landes secondaires à ajoncs et bruyères issues de l'abandon des pelouses.
- Les saulaies-auinaies, les frênaies-ormaies et quelques marais à hautes herbes investissent les alluvions récentes en bord de Seine, les forêts alluviales à frênes ayant pratiquement disparu suite aux endiguements.
- Le marais d'Heurteville représente une des plus vastes tourbières de plaine de l'Ouest de la France. De multiples groupements s'y imbriquent : tourbières à sphaignes et rossolis, landes à *Erica tetralix*, boulaies tourbeuses à osmonde royale, manteau pré-forestier à piment royal ou fossés avec l'hottonie des marais, la gesse des marais ou la grande douve.

L'estuaire de la Seine accueille de larges marais saumâtres, rares en Haute-Normandie, constitués de groupements végétaux spécialisés s'échelonnant sur les vases consolidées où l'on note en particulier : la spartine anglaise, les salicornes, les prairies à aster maritime, à atopis ou à obiome et un groupement très rare à grande angélique.

La végétation littorale est caractérisée par une bande de pelouse haute à brachypode penné et fétuque rouge dans laquelle on trouve des halophytes telles que l'armeria, le cranson, le chou marin, le perce-pierre et le senecion à feuilles spatulées. Plus à l'intérieur, une dynamique progressive favorise l'ormie. Dans les vauzeuses, peu favorables à la culture, des fourrés à ajoncs et des buissons de troènes, lierres, ronces se sont développés. Il existe aussi quelques forêts dont la chênaie-boulaie à grande lerrule.

Au fond des vallées humides (Bresle, Eaulne, Varenne, etc...) se côtoient sur alluvions : prairies à hautes herbes (reine des prés, laiche, baldingère), aulnaies-saulaies et bois hygrophiles souvent dominés par les peupleraies. Tandis que les pentes plus ou moins calcaires accueillent des bois frais et des pelouses à brachypode où l'on observe notamment la parnassie des marais, la gentiane d'Allemagne ou l'orchis musc.

L'entité du Pays de Bray conditionne une végétation remarquable. Sa partie basse (fond du Bray) sur sables et argiles du Crétacé inférieur accueille d'exceptionnelles étendues tourbeuses concentrant un nombre élevé d'espèces rares ; la canneberge, la linaigrette, la dryopteris à crête ou le lycopode et de très nombreuses sphaignes qui lui confèrent toute son originalité et des affinités certaines avec la végétation boréale du Nord de l'Europe. De plus, la présence d'une chênaie acidophile à sorbier des oiseleurs exprime une tendance continentale.

De vastes prairies pâturées à crotelle, trèfle, ivraie et fléole, cloisonnées par un bocage dense, domine l'Est de ce terroir.

Sur les côtes du Bray s'échelonnent diverses associations forestières dominées par le chêne pédonculé, le frêne, l'érable champêtre, mais où se réfugient l'orme des montagnes et l'actée en épis. La chênaie-hêtraie calcicole occupe la partie sommitale en relation directe avec de nombreuses pelouses calcaires à brachypode, parnassie, gentiane, phalengère ou chlore perfoliée.

Le marais du Hode (estuaire de la Seine), avec sa végétation halophile, la boulaie-aulnaie à sphaigne et osmonde royale de la tourbière d'Heurteauville, les falaises littorales, les coteaux crayeux des vallées (Seine, Bresle) et la boutonnière du Bray, sont autant de sites remarquables dont l'intérêt botanique dépasse le cadre régional.

4. DEMOGRAPHIE ET ACTIVITES HUMAINES

Au début du 19^{ème} siècle, sous le Consulat, la population de la Seine-Maritime s'élevait à 600 000 habitants environ. Depuis, sauf après des événements comme la seconde guerre mondiale, elle n'a pas cessé de croître constamment, puisque l'on comptait plus de 800 000 habitants en 1881, que l'on dépassait le cap du million d'habitants en 1962 pour atteindre 1 193 000 habitants au recensement de 1982.

Au 01/01/1988, on estime la population totale à 1 213 890 habitants répartis en 745 communes. Une population très dense (plus de 1 000 habitants/km²) se concentre dans quatre grandes auroles : l'agglomération de Rouen (378 000 habitants), préfecture et capitale régionale de la Haute-Normandie, l'agglomération du Havre (248 000 habitants), d'Elbeuf (53 000 habitants) et de Dieppe (42 000 habitants).

Quelques villes de moyenne importance se trouvent sur le littoral : Fécamp (23 900 habitants), Eu (15 800 habitants), ou au Sud du Pays de Caux : Barentin (20 500 habitants), Bolbec (16 400 habitants), Yvetot (14 600 habitants). Dans le Pays de Bray, à l'Est et au Sud-Est du département, le peuplement est beaucoup plus faible : Gournay (7 900 habitants), Neufchâtel (5 600 habitants), Forges-les-Eaux (4 300 habitants).

On constate un solde migratoire négatif depuis ces dix dernières années dans certaines grandes villes comme Rouen, Le Havre et Dieppe, mais aussi à Fécamp ou Eu, alors qu'une forte augmentation de la population est enregistrée à Elbeuf, Barentin, Bolbec ou Yvetot.

L'agriculture n'emploie que 21 093 personnes sur 458 590 actifs, soit 4,6 %, bien que 72 % de la superficie soit utilisée pour l'agriculture. La superficie moyenne des exploitations est actuellement de 31,4 ha et 52 % des exploitations sont supérieures à 20 ha.

Les productions animales venant essentiellement du Bray et de la basse vallée de la Seine fournissent 63 % du produit agricole final : les productions bovines (lait et viandes) en augmentation en représentent la plus grande partie.

Les productions végétales, soit 37 % de la production agricole finale fournissent du blé (Nord-Est et Sud-Est du département), la betterave sucrière (Pays de Caux et Petit Caux) et le lin (zone côtière du Pays de Caux).

L'industrie emploie 154 475 personnes, soit 33,7 % de la population active avec :

- L'industrie agro-alimentaire (laiterie, meunerie, alimentation pour bétail, industrie du sucre et les conserveries de poissons, puisque des villes comme Dieppe et Fécamp vivent essentiellement de la pêche) représentent environ 8,3 % de l'activité industrielle.
- L'industrie lourde (53,8 % de l'activité industrielle) avec la chimie, la pétrochimie, la construction et les réparations navales, est très importante, surtout autour de Rouen et Le Havre, mais n'exclut pas la présence d'industries plus traditionnelles (textile, habillement, industrie du verre, bâtiment, travaux publics), réparties dans l'ensemble du département, environ 32,1 %.

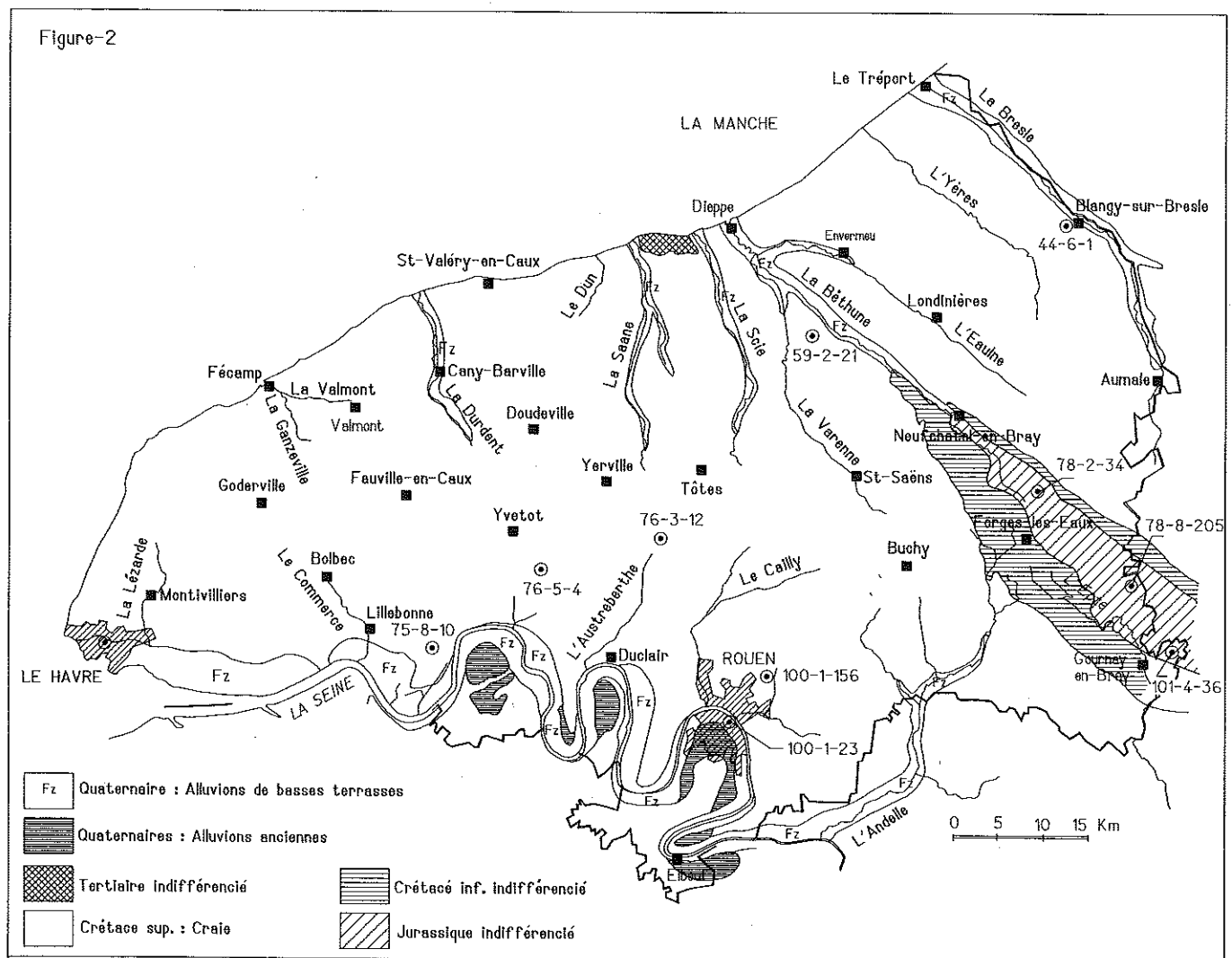
Dans le tertiaire, les services privés et les commerces emploient 61,7 % de la population active. Pour le commerce, les ports maritimes du Havre et de Rouen sont particulièrement importants, puisqu'ils sont respectivement classés aux deuxième et quatrième rangs des ports français et que Rouen est le troisième port fluvial. Le total des emplois directs et indirects fournis par les deux ports s'élève à 37 070 personnes.

1. SERIE STRATIGRAPHIQUE

Les terrains les plus anciens à l'affleurement sont datés du Kimmeridgien, les sédiments antérieurs ont été traversés par dix sondages de recherche de pétrole qui atteignent des terrains anté-jurassiques (tableau n° 1 et figure n° 2).

Les faciès et les puissances sont donc assez bien connus depuis le socle métamorphique jusqu'aux alluvions quaternaires. Un exemple de la série stratigraphique régionale est donné par la coupe du sondage pétrolier d'Hugleville (figure n° 3).

Figure 2 : SCHEMA GEOLOGIQUE ET SITUATION DES PRINCIPAUX FORAGES PROFONDS

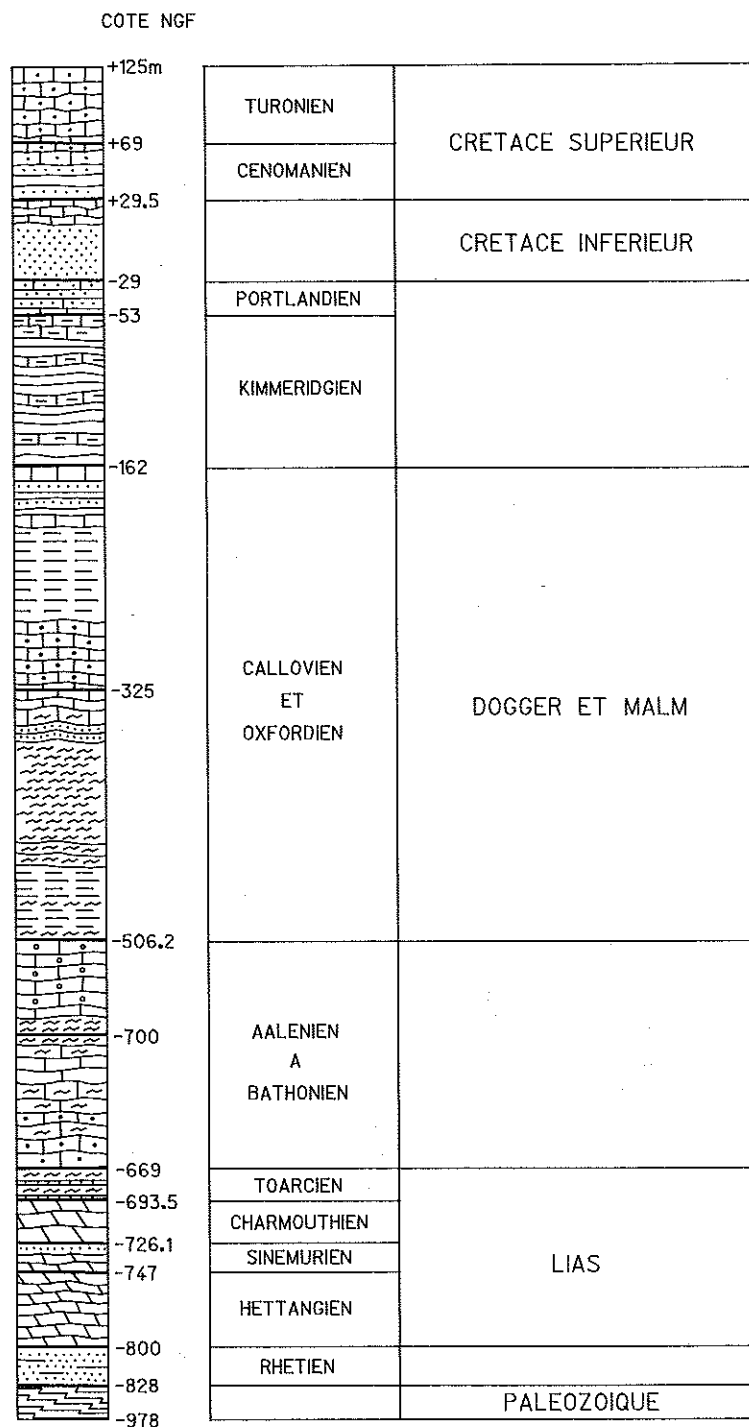


1.1 Le socle

Le toit du socle métamorphique est incliné d'Ouest en Est depuis Le Havre (– 390 m) jusqu'à Ferrières-en-Bray (– 1010 m). Au-delà de l'axe anticlinal du Bray, il se redresse vers le Nord-Est jusqu'à Blangy (– 740 m). Les sondages ont rencontré des roches schisteuses intensément plissées sauf à Compainville (78.2.34) où le socle est constitué par des gneiss.

Le forage de Villequier (75.8.10) n'a pas atteint le socle et s'arrête dans le Permo-Trias à la cote – 850 m. Cela témoigne de la proximité d'accidents tectoniques majeurs qui ont abaissé le socle (voir paragraphe 2).

Figure 3 : COUPE DU SONDAGE PETROLIER - HUGLEVILLE 101
 INDICE BRGM - 76.3.12



-  Sable
-  Argile
-  Marne
-  Calcaire
-  Calcaire dolomitique
-  Calcaire oolithique
-  Calcaire a silex
-  Schiste

Extrait de la carte géologique à 1/50 000 : YVETOT

TABLEAU N° 1

RESULTATS GEOLOGIQUES DES PRINCIPAUX SONDAGES PROFONDS DU DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME (> 80 m)

INDICE B.R.G.M.	COMMUNE	COORDONNEES LAMBERT			PROF. TOTALE (m)	ALTITUDE NGF DU TOIT DES FORMATIONS RENCONTRÉES						
		x (m)	y (m)	z (m)		Crétacé supérieur	Crétacé inférieur		Jurassique			Anté Jurassique
							Gault	Sables verts	sup.	moy.	inf.	
31.8.3	LE TREPORT	530,19	262,385	100	310	94	-83	-111	-139			
42.5.5	VEULES-LES-ROSES	487,43	241,990	70	264	-3	-166					
43.2.4	SAINT-MARTIN-LA CAMPAGNE	519,39	253,56	49	287	46	-44	-75	-116			
43.3.3	ASSIGNY	525,55	254,25	92	319	87	-79	-115	-151			
43.4.2	SAINT-MARTIN-LE GAILLARD	531,73	252,46	31	320	27	-32	-76	-96			
43.5.66	NEUVILLE-LES-DIEPPE	512,02	249,39	10	221	7	-172	-199				
43.6.127	SAUCHAY	519,35	249,06	70	301	67	-43	-72	-116			
43.7.21	DOUVREND	526,34	241,695	47	189	43	39	-1	-42			
44.1.1	MILLEBOSC	539,55	252,285	122	284	118	-10	-43	-73			
44.6.1	BLANGY	547,71	248,62	59	813	59	21	-4	-41	-469	-602	-682
56.8.2	LES LOGES	451,62	224,01	95	226	95	-63	-83	-123			
57.2.1	SAINT-PIERRE-EN-PORT	469,00	237,00	20	173	12	-116	-144				
57.3.4	OUAINVILLE	474,87	234,35	106	249	91	-98	-131				
57.6.1	THIERGEVILLE	466,00	226,00	75	125	75	-27	-34				
58.5.6	DOUDEVILLE	488,08	225,14	128	226	226	-15	-60	-97			
58.7.1	VARVANNES	500,69	221,20	107	249	102	-8	-26	-50			
59.1.1	ANNEVILLE-SUR-SCIE	509,96	237,36	40	300	30	-122	-175	-184			
59.2.21	FREULEVILLE	520,627	235,533	97	1069	93	40	-23	-36	-459	-730	-895
59.3.2	RICARVILLE-DU-VAR	523,53	233,13	86	210	83	43		-21			
59.6.1	BELLENCOMBRE	520,51	223,465	80	290	77	-37	-169	-112			
59.8.55	FRESLES	528,67	228,57	103	320	101	97	34	27			
60.2.1	FOUCARMONT	544,40	239,839	110	252	101	46	9	-49			
60.3.2	LES LANDES VIEILLES ET NEUVES	548,24	230,75	227	268	207	61	-25				
60.5.187	BOUELLES	537,645	225,025	115	137	113	101	32	-17			
60.6.85	MORTEMER	542,380	226,37	163	314	161	97	22	-51			
74.5.13	SAINTE-ADRESSE	436,568	203,136	89	100	88	30		6			
75.1.7	BREAUTE	460,74	215,94	109	213	94	-89	-104				
75.2.6	MIRVILLE	463,55	213,61	84	168	50	0	-9	-80			
75.4.1	HAUTOT-LE-VATOIS	481,30	217,59	104	250	87	-14	-32	-65			
75.6.50	SAINT-EUSTACHE-LA-FORET	463,79	208,66	56	140	24	65	-76				
75.7.3	NOTRE-DAME-DE-GRAVENCHON	472,112	210,509	57	220	41	8	-4	-46			
75.8.4	SAINT-ARNOULT	476,704	207,06	70	284	68	-56	-69	-98			
75.8.10	VILLEQUIER	476,290	201,810	113	959	110	94	90	66	-328	-459	-477
76.1.8	YVETOT	485,60	214,96	148	190	133	-12	-27				
76.2.12	AUZOUVILLE-L'ESNEVAL	494,25	215,165	140	240	122	27	3	-28			
76.3.12	HUGLEVILLE-EN-CAUX	502,24	214,539	125	981	125	26	7	-32	-519	-672	-803
76.5.4	TOUFFREVILLE-LA-CORBELINE	488,044	209,894	135	848	118	-6	-28	-57	-503	-642	-699
76.7.13	PAVILLY	498,679	208,374	121	416	107	-142	-164	-197			
76.8	MALAUNAY			55	178	49	-73	-111				
77.1.1	ST-VICTOR-L'ABBAYE	511,37	220,505	113	338	108	-61	-84	-130			
77.7.1	BLAINVILLE-CREVEON	524,355	201,525	101	300	90	-124	-143	-179			
77.8.1	HERONCELLES	531,44	206,36	139	300	139	-29	-61	-109			
78.2.34	COMPAINVILLE	544,180	218,72	179	1047				179	-347	-632	-780
78.8.205	DOUDEAUVILLE	554,455	208,46	191	1068				191	-333	-556	-822
97.2	LE HAVRE				397				-16	-251	-388	-393
97.2.1160	LE HAVRE	438,38	201,90	7	95			-8	-35			
98.2.5	LILLEBONNE	469,37	199,36	4	227	-27	-63		-129			
99.1.5	LE TRAIT	488,76	200,34	24	200	24	-109	-117	-172			
99.4b.3	NOTRE-DAME-DE-BONDEVILLE	507,675	199,385	34	199	31	-45	-62	-89			
99.4n.356	PETIT-QUEVILLY	508,06	193,07	9	204	-1	-101	-115	-150			
100.1n.23	ROUEN	508,75	193,65	6	863				-4	-540	-701	-822
100.2.1	FONTAINE-/S-PREAUX	516,71	200,52	88	286	86	-58	-80	-112			
100.2.22	BOIS-L'EVEQUE	522,98	195,59	154	268	145	-85	-110				
100.5.7	SOTTEVILLE	511,40	189,99	4	100		-10	-16	-50			
100.5.8	SOTTEVILLE	511,42	189,64	4	100	-10	-40	-58	-98			
100.1b.156	SAINT-MARTIN-DU-VIVIER	515,10	197,60	58	904	57	-22	-67	-210	-649	-834	
101.4.36	FERRIERES-EN-BRAY	599,15	200,00	140	1173				139	-460	-686	-886
123.4.67	SAINT-PIERRE-LES-ELBEUF	505,93	175,02	32	210	24	-127	-130	-168			
123.4.76	ELBEUF	502,71	177,53	12	161	1	-123	-130				

1.2 Le Permo-Trias

En l'absence de fossiles, Permien et Trias ne sont pas distingués. A Villequier, le forage s'est arrêté dans une série détritique argileuse traversée sur 370 mètres d'épaisseur. Il s'agit d'un bassin très localisé puisque ces niveaux sont absents à Touffreville (76.5.4) et au Havre.

On ne retrouve le Permo-Trias que sous le Pays de Bray avec 100 m d'épaisseur, il se réduit rapidement vers Rouen et Blangy. Les faciès rencontrés sont variés, à dominance détritique et souvent dolomitique.

1.3 Le Jurassique

1.3.1 Le Lias

Il a été traversé sur l'ensemble des forages avec une épaisseur maximale dans l'axe de l'anticlinal du Bray (200 à 300 m). Il se réduit vers l'Ouest jusqu'à 10 m au Havre où le faciès est sableux.

Ailleurs, le Lias inférieur est calcaire ou dolomitique, le Lias supérieur passe de marno-calcaires détritiques à l'Ouest et au Nord à des marnes à Ferrières-en-Bray (101.4.36).

1.3.2 Le Jurassique moyen

Il est représenté au Havre par des argiles et sables épais de 150 m. Le faciès devient de plus en plus calcaire vers l'Est et son épaisseur dépasse 300 m dans le Pays de Bray. Seul le Callovien est marneux sur tous les forages.

1.3.3 Le Jurassique supérieur

La série est incomplète au Havre est dans le Pays de Bray où son épaisseur dépasse cependant 500 m. Il s'agit généralement d'une alternance de calcaires et de marnes, ces dernières étant plus développées sous le Bec de Caux et le Bray.

1.4 Le Crétacé inférieur

Les affleurements du Pays de Bray montrent la variété des faciès et des puissances de ce niveau. La série débute par le faciès wealdien, sables, argiles et grès continentaux épais de 100 m vers le Sud-Est et de 50 m au Nord-Ouest. Au-dessus, des argiles panachées d'une puissance de 25 m à Gournay, sont attribuées au Barrémien et marquent la reprise de la sédimentation marine.

Ce faciès se biseaute vers le Nord-Ouest pour disparaître près de Forges-les-Eaux. L'Albien est représenté par les trois faciès classiques des sables verts, des argiles du Gault et de la gaize de bas en haut. Cet étage a une épaisseur de l'ordre de 100 m dans la région de Gournay, il se réduit à 40 m à Neufchâtel où les sables verts passent latéralement aux argiles du Gault.

Le sondage de Freuleville (59.2.21) dans l'axe de l'anticlinal montre que ce faciès argileux envahit tout l'étage qui est à nouveau épais de près de 100 m.

De part et d'autre du Bray, on retrouve en forages les trois faciès sus-cités mais très réduits, en particulier vers le Sud-Ouest. Ils affleurent dans la falaise de Saint-Jouin avec une puissance totale d'une douzaine de mètres, les sables verts y font place à un poudingue ferrugineux.

1.5 Le Crétacé supérieur

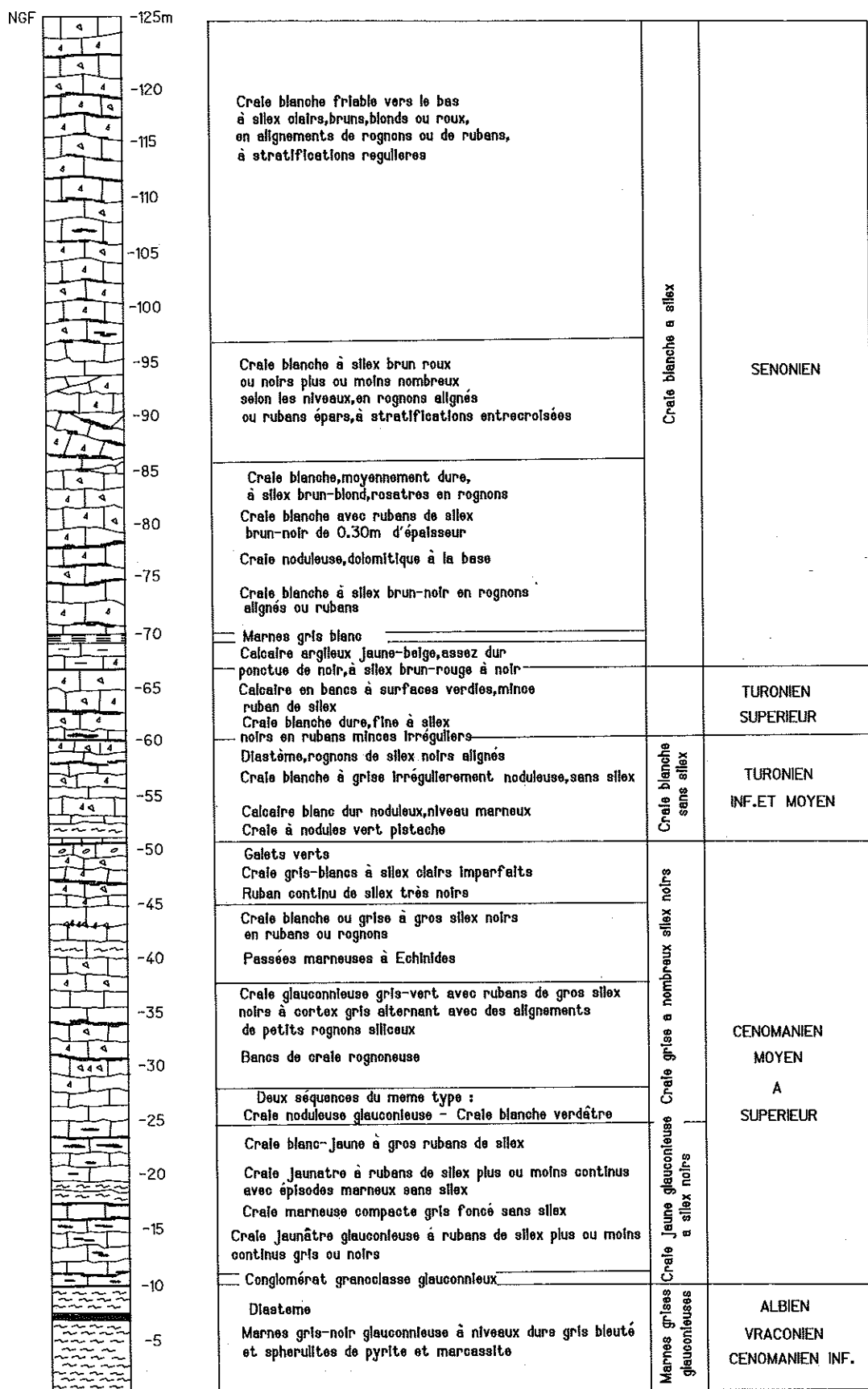
Les assises de craie constituent le substratum de la région. Il est difficile de les subdiviser en étages sans le recours à la microfaune. La série est représentée sur la figure n° 4 par les coupes des falaises de Saint-Jouin et Etretat. Mais les faciès et puissances des couches crayeuses sont variables d'un point à l'autre du département.

1.5.1 Le Cénomani

Sur l'ensemble des sondages comme à l'affleurement, le Cénomani débute par un niveau glauconieux argilo-sableux, parfois phosphaté, appelé glauconite ou glauconie de base. Son épaisseur varie de 0,5 m à 5 m. Au-dessus se développe la craie cénomaniennne dont la falaise de Saint-Jouin offre une coupe complète (figure n° 4) sur une épaisseur de 40 m.

Ce niveau est caractérisé par la présence de glauconie dans sa partie inférieure et de silex noirs à cortex gris-beige. L'ensemble est généralement bien lité. Sa puissance est de 30 m à Gournay, Yvetot et Rouen, 60 m à Neufchâtel.

Figure 4 : COUPES SUPERPOSEES DES FALAISES à St-JOUIN ET ETRETAT



Extrait de la carte à 1/50 000 : MONTIVILLIERS - ETRETAT

1.5.2 Le Turonien

Il se compose de trois niveaux de craie marneuse, sans silex et noduleuse à la base, à silex rares au milieu, à silex plus abondants au sommet. Cette craie est d'une dureté variable selon sa teneur en argile.

Son épaisseur est minimale dans les falaises du Bec de Caux (30 m à Fécamp). Elle augmente vers l'Est pour atteindre 90 m à Rouen et dépasser 100 m au Nord du Bray.

1.5.3 Le Sénonien

La craie sénonienne est blanche et riche en silex bruns, roux ou noirs bien lités. Seule la micropaléontologie permet de distinguer les sous-étages Coniacien, Santonien et Campanien. Ce dernier niveau n'est jamais complet du fait de l'érosion. La craie coniacienne est épaisse de 50 m dans le Pays de Caux et sous le plateau picard, elle s'amenuise vers le Sud-Est du Bray (15 m près de Gournay). La craie santonienne a une épaisseur variable de 20 à 40 m en Picardie où elle est parfois phosphatée, elle atteint 80 m à Dieppe, 30 à 60 m dans le Pays de Caux. C'est à Malaunay que le Campanien est le plus complet, sa puissance atteint 40 m.

1.6 Le tertiaire

Après un long épisode d'érosion continentale à la fin du Crétacé et au début du Paléocène, les premiers dépôts sur les assises érodées de la craie sont ceux du Thanétien. Il s'agit de sables et de grès dont il ne subsiste plus que quelques lambeaux souvent situés dans des poches karstiques.

De même, l'Yprésien n'est plus représenté que par de petites buttes témoins d'argiles, sables et conglomérats. Le seul affleurement d'extension notable des terrains tertiaires est celui de Varengueville-sur-Mer qui présente des faciès locaux particuliers. La falaise du Cap d'Ailly montre que la craie porte 5 à 10 m de sables puis de calcaires thanétiens. Au-dessus viennent 8 m d'argiles sparnaciennes débutant par une couche de lignite et de sable. La série se termine par la formation de Varengueville d'âge cuisien comprenant 8 m de sables ferrugineux, puis 9 m de lentilles d'argiles et sables, enfin 13 m d'argiles glauconieuses.

Les seuls dépôts tertiaires plus récents que l'érosion ait épargnés sont ceux des sables de Lozères "piégés" dans des effondrements karstiques de la craie. A Fécamp et Valmont, ils sont datés du Pliocène et témoignent de la dernière extension de la mer en Haute-Normandie.

1.7 Formations superficielles

L'érosion et la sédimentation continentales, qui ont affecté la région de la fin du Pliocène au Quaternaire récent, ont recouvert d'une série complexe de formations superficielles les terrains décrits précédemment, si bien qu'ils affleurent rarement en dehors des falaises.

1.7.1 La formation résiduelle à silex

Elle provient de la dissolution de la craie en milieu continental et de l'accumulation sur place des argiles et silex résiduels. Elle recouvre donc uniformément les assises de craie. Ces dépôts ont le plus souvent été mis en mouvement par la cryoturbation et la solifluxion. Ils sont contaminés par les formations qui les recouvrent ou par le contenu des poches karstiques qui les pénètrent.

L'épaisseur de la formation résiduelle à silex varie de 30 m à l'aplomb de ces poches à quelques décimètres en bordures du Bray. Sur les plateaux du Pays de Caux, elle oscille entre 10 et 20 m, se réduit et parfois disparaît à l'approche des falaises littorales.

1.7.2 Le complexe des limons

Au cours des périodes froides du Quaternaire, les vents dominants du Sud-Ouest ont mis en place des dépôts limoneux sur les plateaux et les versants abrités. Ces limons sont constitués essentiellement de grains de quartz très fins auxquels des phases de solifluxion et de ruissellement ont ajouté des éléments plus grossiers. Leur épaisseur est très variable selon l'orientation et la topographie, de quelques décimètres à 10 mètres.

1.7.3 Les colluvions

Les limons et les argiles à silex ont alimenté, en bordure des plateaux, des dépôts colluvionnaires mis en place par la solifluxion et le ruissellement sur les versants et en fond de vallées. La nature et l'épaisseur de ces dépôts sont donc très variables. Ils sont particulièrement développés sur les versants en pente douce tournés vers l'Est.

1.7.4 Les alluvions

Les plus anciennes sont représentées par des lits de cailloutis de silex souvent mélangés aux colluvions, parfois encore organisés en terrasses étagées au-dessus des lits actuels.

Le fond des vallées humides est comblé par des alluvions grossières intensément exploitées lorsqu'elles sont bien développées (Seine, Arques, Bresle, Durdent, Valmont...).

Les alluvions récentes sont généralement fines, argileuses, parfois tourbeuses. Leur extension correspond à celle des plus grandes crues. Leur épaisseur dans la vallée de la Seine peut atteindre 20 m.

Ces alluvions modernes passent près des embouchures des fleuves côtiers à des sédiments marins déposés au Dunkerquien, épisode quaternaire d'intrusion marine dans les estuaires les plus importants (Seine, Arques, Bresle).

2. STRUCTURE TECTONIQUE

Le schéma structural (figure n° 5) montre que la plupart des accidents tectoniques sont orientés selon la direction armoricaine.

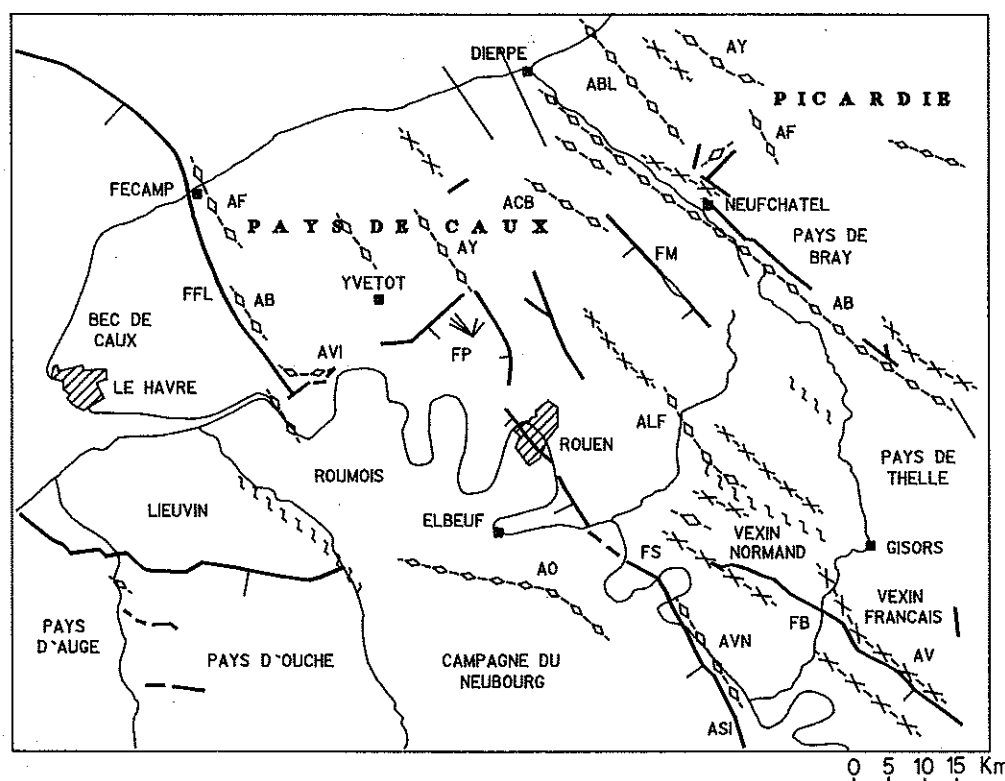
Les plus importants sont, d'Ouest en Est :

- la faille de Fécamp-Lillebonne qui est bordée à l'Est par les anticlinaux de Fécamp, de Bolbec et de Villequier.
- la faille de la Seine, les anticlinaux de Rouen et de Yerville.
- la faille de Mathonville et l'anticlinal de Criquetot-Bellencombre.
- l'anticlinal du Bray et les failles qui le bordent au Nord-Est.
- les anticlinaux picards de Berneval-Londinières, de la vallée de l'Yères et de Foucarmont.

Les structures plissées armoricaines témoignent du rejet de vieilles structures hercyniennes depuis la fin du Crétacé jusqu'au Quaternaire.

Les grands accidents cassants comme la faille de la Seine jalonnent en surface la grande anomalie magnétique du bassin de Paris due à une dislocation crustale majeure très ancienne. Il n'est pas exclu qu'ils soient encore actifs et à l'origine de microséismes.

Figure 5 : SCHEMA TECTONIQUE



Abbreviations du schéma structural

AB : Anticlinal de Bolbec (Pays de Caux)
 AB : Anticlinal du Bray
 ABL : Anticlinal de Berneval - Londinières
 ACB : Anticlinal de Criquetot - Bellencombre
 AF : Anticlinal de Fécamp
 AF : Anticlinal de Fourcarmont (Picardie)
 ALF : Anticlinal de Lyons-la-Forêt
 AO : Anticlinal de la Vallée de l'Oison
 AR : Anticlinal de Rouen

ASI : Anticlinal de Saint-Illiers-la-Ville
 AV : Anticlinal de Vigny
 AVI : Anticlinal de Villequier
 AVN : Anticlinal de Vernon
 AY : Anticlinal de la vallée de l'Yères (Picardie)
 AY : Anticlinal de Yerville
 FB : Faille de Banthelu
 FFL : Faille de Fécamp - Lillebonne
 FM : Faille de Mathonville

FP : Faille de Pavilly
 FS : Faille de la Seine

LEGENDE

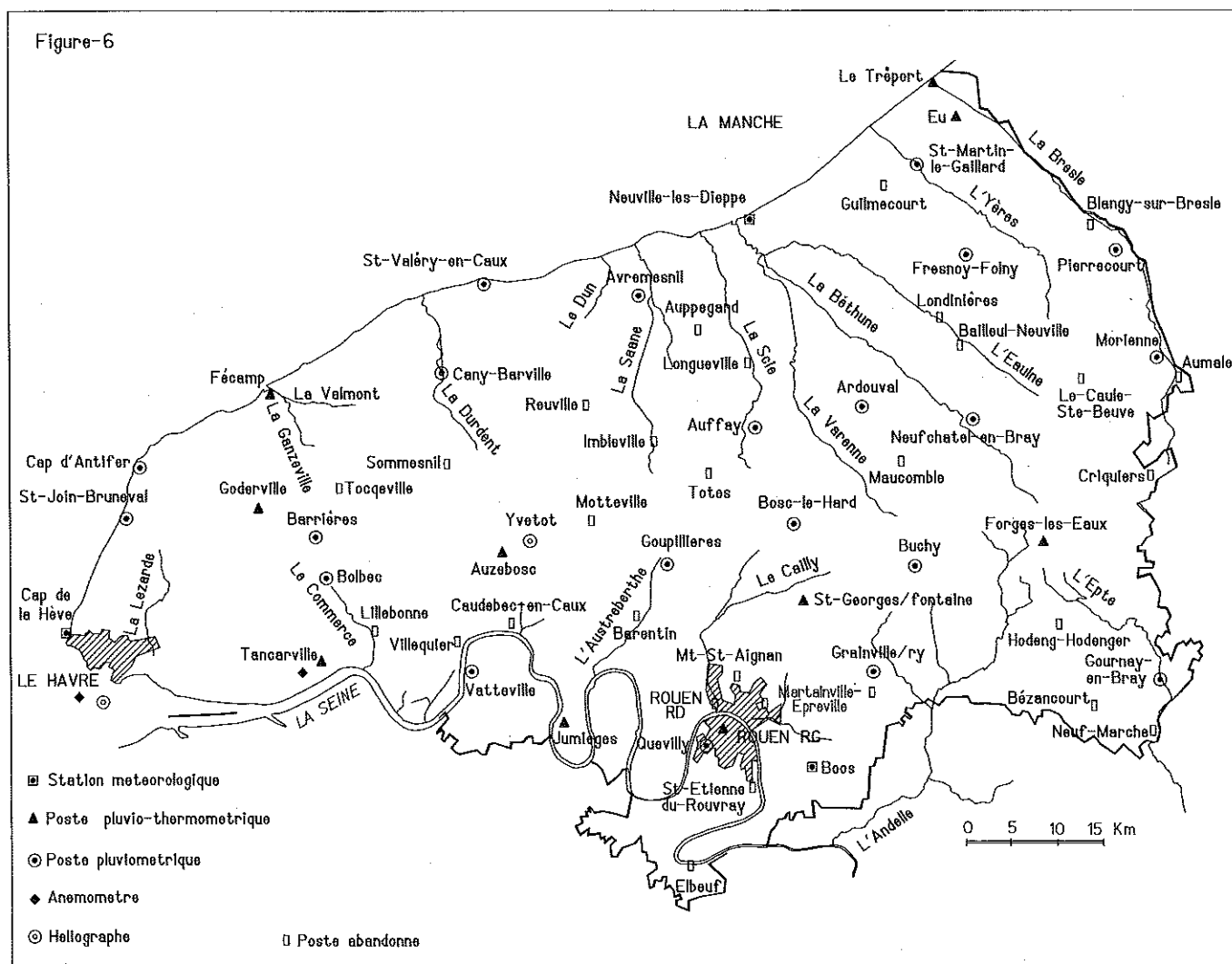
— Faille
 —◇—◇—◇— Anticlinal
 —x—x—x—x— Synclinal
 ~~~~~ Flexure

## 1. LE RESEAU D'OBSERVATIONS CLIMATOLOGIQUES

En 1989, le réseau est composé de 34 postes équipés de 34 pluviomètres, 14 thermomètres, 5 anémomètres et 5 héliographes. Trois stations possèdent un équipement complet : Boos, Dieppe et le cap de La Hève.

Les points du réseau sont bien répartis sur le territoire du département (figure n° 6).

Figure 6 : RESEAU D'OBSERVATION CLIMATOLOGIQUE DE LA SEINE-MARITIME EN 1989



## 2. PLUVIOMETRIE

J. SANSON (\*) a calculé les moyennes pluviométriques sur la période 1891-1930 pour trente postes de Seine-Maritime. Quatorze d'entre eux sont encore en service. On a pu calculer la pluie moyenne de 1951 à 1989 pour dix postes et de 1981 à 1989 pour trois postes. Le poste d'Eu vient seulement d'être remis en service.

L'ensemble de ces résultats est rassemblé dans le tableau n° 2.

Les écarts entre les deux périodes sont faibles, les moyennes interannuelles sont assez stables sur plusieurs décades pour que puisse être tracée une carte des précipitations moyennes sur le département (figure n° 7). Les hauteurs reportées concernent la plus longue période disponible, donc 30, 40 ou 70 ans selon les postes.

(\*) *Le climat de Normandie - Association d'études normandes - 1954.*

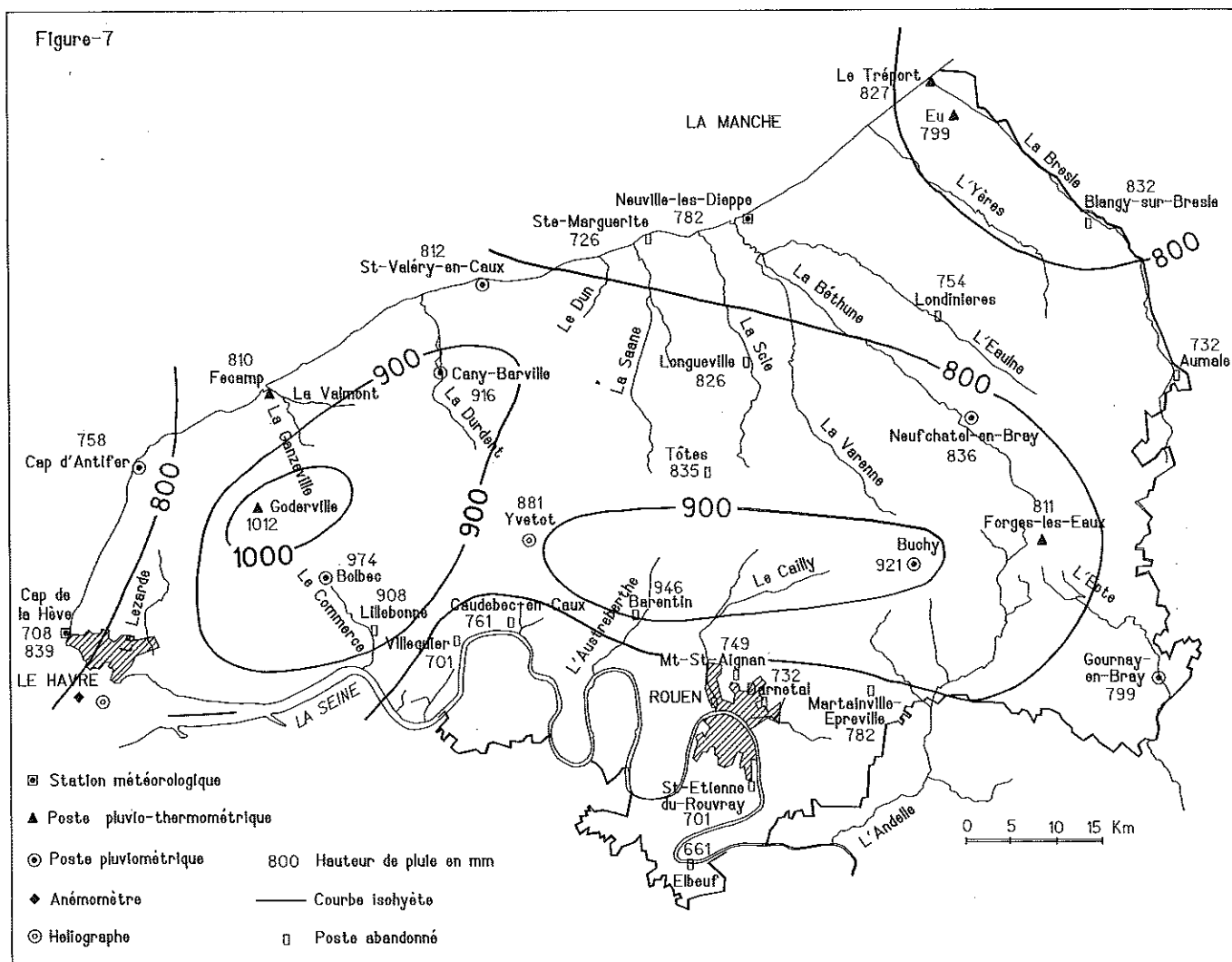
TABLEAU n° 2  
PRECIPITATIONS MOYENNES SUR LE DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME (en mm)  
d'après J. SANSON et la METEOROLOGIE NATIONALE

| POSTES                          | Alt. | Période                | J  | F  | M. | A  | M  | J  | J  | A  | S  | O   | N   | D   | Total       |
|---------------------------------|------|------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-------------|
| LE TREPORT                      | 7    | 1951-1987              | 66 | 55 | 62 | 50 | 59 | 63 | 64 | 63 | 81 | 81  | 95  | 80  | 887         |
| EU                              | 25   | 1891-1930              | 60 | 48 | 56 | 57 | 57 | 57 | 64 | 75 | 66 | 89  | 81  | 89  | 799         |
| BLANGY-S/BRESLE                 | 56   | 1891-1930              | 69 | 56 | 66 | 58 | 57 | 62 | 69 | 70 | 63 | 86  | 84  | 92  | 832         |
| NEUVILLE-LES-DIEPPE             | 33   | 1951-1989              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 782         |
| STE-MARGUERITE                  | 85   | 1891-1930              | 53 | 41 | 46 | 52 | 50 | 51 | 64 | 67 | 64 | 84  | 80  | 74  | 726         |
| St-VALERY-EN-CAUX               | 62   | 1891-1930<br>1981-1989 | 53 | 41 | 42 | 45 | 45 | 49 | 59 | 61 | 59 | 88  | 76  | 69  | 687<br>812  |
| LONGUEVILLE                     | 63   | 1891-1930              | 65 | 51 | 61 | 57 | 56 | 63 | 69 | 72 | 69 | 92  | 84  | 87  | 826         |
| LONDIENNES                      | 83   | 1891-1930              | 63 | 47 | 58 | 53 | 56 | 53 | 65 | 65 | 63 | 82  | 69  | 80  | 754         |
| AUMALE                          | 126  | 1891-1930              | 65 | 49 | 58 | 50 | 53 | 52 | 59 | 57 | 55 | 76  | 72  | 86  | 732         |
| FECAMP                          | 20   | 1951-1989              |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     | 810         |
| CANY-BARVILLE                   | 27   | 1891-1930<br>1981-1989 | 67 | 53 | 58 | 56 | 52 | 55 | 57 | 66 | 75 | 107 | 97  | 96  | 839<br>916  |
| NEUFCHATEL-EN-BRAY              | 81   | 1891-1930<br>1951-1987 | 66 | 52 | 89 | 56 | 55 | 63 | 71 | 71 | 64 | 82  | 72  | 86  | 827<br>836  |
| CAP D'ANTIFER<br>(La Poterie)   | 104  | 1891-1930<br>1951-1989 | 62 | 51 | 56 | 53 | 50 | 44 | 53 | 62 | 61 | 87  | 87  | 85  | 751<br>758  |
| GODERVILLE                      | 135  | 1891-1930<br>1951-1989 | 82 | 62 | 77 | 59 | 50 | 55 | 63 | 77 | 82 | 120 | 101 | 109 | 937<br>1012 |
| YVETOT                          | 151  | 1891-1930              | 76 | 61 | 69 | 60 | 59 | 59 | 71 | 67 | 68 | 97  | 97  | 97  | 881         |
| TOTES                           | 166  | 1891-1930              | 71 | 58 | 60 | 57 | 62 | 62 | 70 | 70 | 65 | 89  | 83  | 88  | 835         |
| BUCHY                           | 198  | 1891-1930<br>1951-1989 | 84 | 62 | 74 | 68 | 71 | 65 | 77 | 73 | 74 | 89  | 98  | 111 | 946<br>921  |
| FORGES-LES-EAUX                 | 168  | 1891-1930<br>1951-1989 | 58 | 45 | 50 | 53 | 57 | 55 | 64 | 65 | 63 | 82  | 74  | 94  | 760<br>811  |
| CAP DE LA HEVE<br>(Ste Adresse) | 102  | 1891-1930<br>1951-1989 | 59 | 46 | 55 | 50 | 53 | 51 | 47 | 60 | 60 | 83  | 80  | 73  | 717<br>708  |
| LE HAVRE                        | 29   | 1891-1930              | 68 | 60 | 64 | 61 | 62 | 61 | 64 | 69 | 58 | 84  | 97  | 91  | 839         |
| BOLBEC                          | 62   | 1891-1930<br>1951-1989 | 92 | 71 | 77 | 69 | 66 | 64 | 76 | 79 | 75 | 114 | 110 | 117 | 1010<br>974 |
| LILLEBONNE                      | 39   | 1891-1930              | 81 | 63 | 59 | 74 | 62 | 63 | 61 | 80 | 75 | 97  | 74  | 119 | 908         |
| VILLEQUIER                      | 9    | 1891-1930              | 62 | 46 | 50 | 56 | 50 | 52 | 64 | 60 | 47 | 68  | 69  | 77  | 701         |
| CAUDEBEC-EN-CAUX                | 9    | 1891-1930              | 64 | 48 | 54 | 56 | 50 | 60 | 73 | 60 | 62 | 74  | 75  | 85  | 761         |
| BARENTIN                        | 68   | 1891-1930              | 85 | 65 | 70 | 66 | 68 | 66 | 78 | 79 | 67 | 97  | 98  | 107 | 946         |
| MARTAINVILLE-EPREVILLE          | 159  | 1891-1930              | 63 | 58 | 59 | 55 | 57 | 55 | 70 | 66 | 59 | 75  | 76  | 89  | 782         |
| GOURNAY                         | 101  | 1891-1930<br>1951-1989 | 58 | 46 | 47 | 51 | 50 | 54 | 60 | 55 | 53 | 74  | 71  | 83  | 702<br>799  |
| ST-ETIENNE-DU-ROUVRAY           | 11   | 1891-1930              | 59 | 49 | 52 | 51 | 50 | 53 | 65 | 54 | 52 | 71  | 68  | 77  | 701         |
| MONT-ST-AIGNAN                  | 140  | 1891-1930              | 66 | 54 | 53 | 54 | 50 | 54 | 63 | 66 | 58 | 76  | 69  | 86  | 749         |
| BIHOREL                         | 51   | 1891-1930              | 60 | 53 | 55 | 53 | 53 | 54 | 71 | 59 | 55 | 70  | 73  | 76  | 732         |
| ELBEUF                          | 7    | 1891-1930              | 54 | 40 | 46 | 48 | 52 | 50 | 64 | 55 | 47 | 68  | 65  | 72  | 661         |

On constate que la majeure partie de la Seine-Maritime reçoit plus de 800 mm d'eau par an avec un maximum sur le Pays de Caux selon un axe Goderville-Buchy (entre 900 et 1000 mm).

La côte et la vallée de la Seine sont un peu moins arrosées (700 mm) ainsi que le Pays de Bray (750 mm).

Figure 7 : PRECIPITATIONS MOYENNES ANNUELLES EN SEINE-MARITIME  
(Normales 1891-1930 et 1951-1989)



Les isohyètes d'une année déficitaire (1976) et d'une année pluvieuse (1981) montrent que la répartition de la pluie annuelle varie peu d'une année à l'autre (figure n° 8).

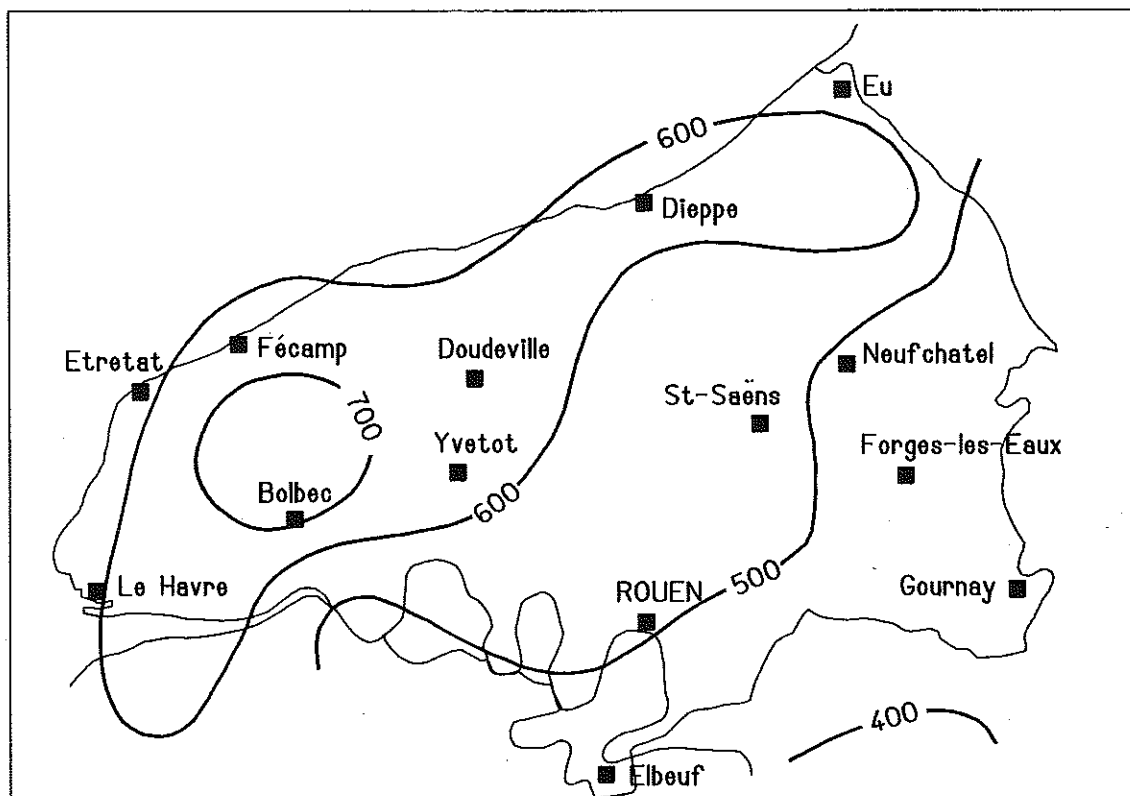
Le tableau n° 2 comporte les pluies mensuelles moyennes de 1891 à 1930. Pour tous les postes, le mois le plus humide de l'année se situe en automne, le plus souvent en décembre. Par contre, le mois le plus sec est compris entre février et juillet. L'automne est la saison la plus pluvieuse avec 32 % de la pluie annuelle, les autres saisons sont peu différentes avec 21 % à 24 % chacune.

Le nombre de jours de pluie varie de la même façon. A Rouen, de 1925 à 1939, il a plu pendant 52 jours en hiver sur un total de 176 jours de pluie par an.

Deux histogrammes (figure n° 9) montrent la répartition des pluies interannuelles de 1968 à 1988 sur l'agglomération de Rouen. On remarque les hivers très pluvieux comme 1974, 1979 et 1981, par rapport aux précipitations de 1976, 1980 et 1986.

Figure 8 : PLUVIOMETRIE DE LA SEINE-MARITIME

HAUTEURS DE PLUIE EN mm  
ANNEE 1976



HAUTEURS DE PLUIE EN mm  
ANNEE 1981

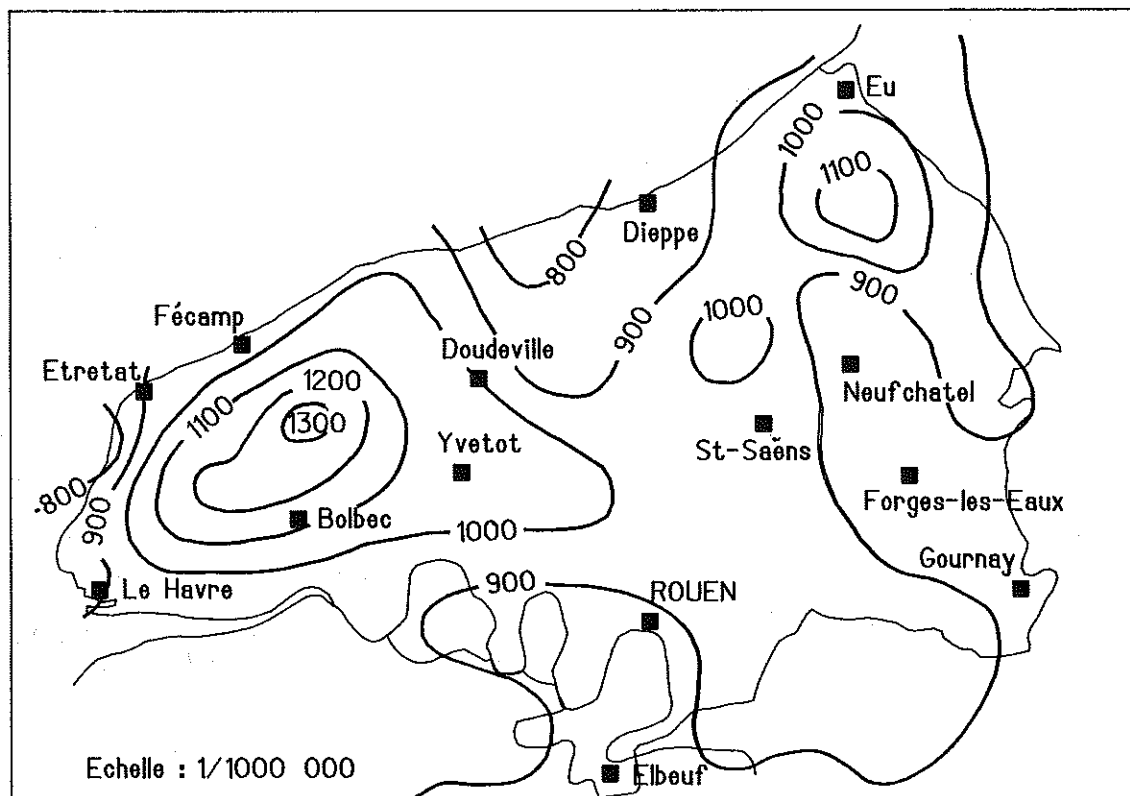
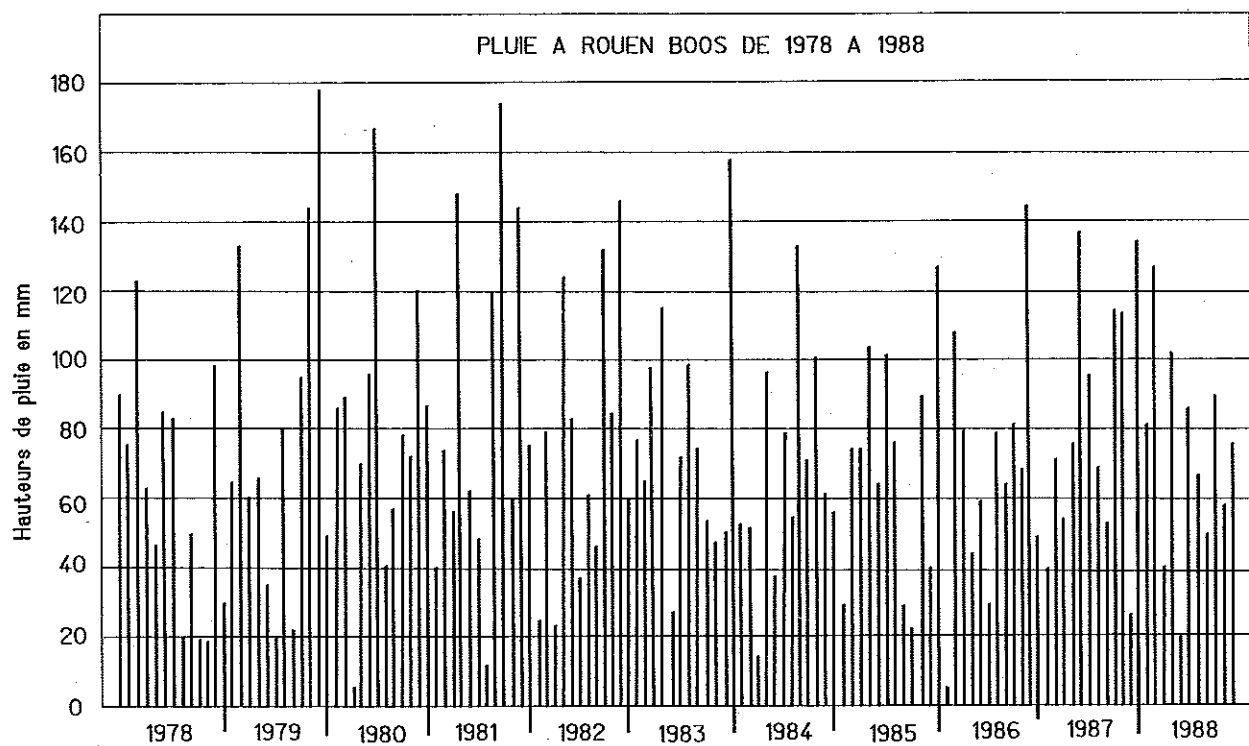
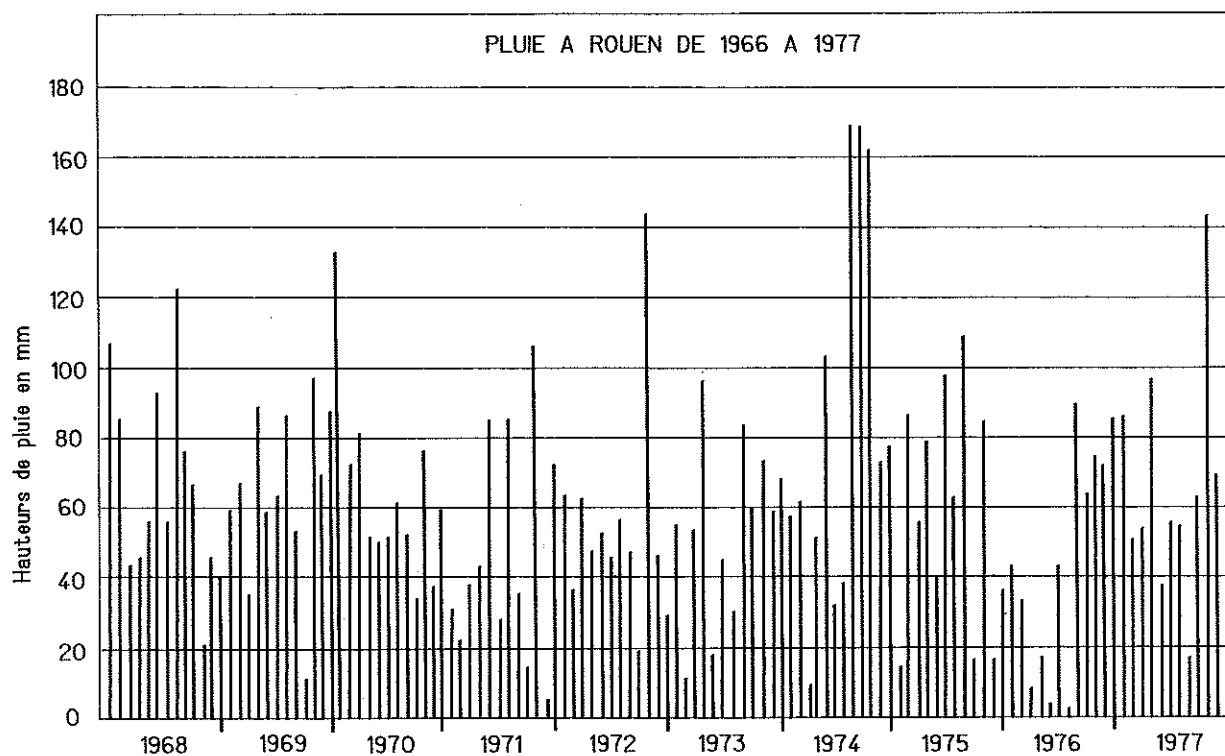


Figure 9 : PLUVIOMETRIE DE LA SEINE-MARITIME



### 3. TEMPERATURE, INSOLATION, VENTS

L'amplitude de variation saisonnière de la température augmente de la côte vers l'intérieur des terres, mais la moyenne annuelle est relativement uniforme et stable sur une longue période. Elle se situe autour de 10,5°C.

La durée d'insolation est mesurée par des héliographes situés à Boos, Dieppe, Yvetot, le cap de La Hève et l'avant-port du Havre. La durée moyenne annuelle s'avère peu variable sur la région, de 1600 heures à Boos à 1750 heures à La Hève.

Les variations sont plus amples d'une année à l'autre. Ainsi à Boos, l'ensoleillement a duré 1980 heures en 1976 et seulement 1328 heures en 1981.

La vitesse et la direction du vent sont mesurées à Tancarville, Dieppe, La Hève, l'avant-port du Havre et Boos.

La figure n° 10 permet de comparer le régime moyen des vents à ces deux dernières stations.

Au Havre, les vents dominants sont de secteur 40° à 100° Est, leur vitesse est comprise entre 1 et 7 m/s. Une direction secondaire existe de 40° à 80° Ouest ; ces vents sont plus violents et dépassent souvent 17 m/s en particulier de décembre à mars.

A Boos, la répartition est toute différente. Les vents dominants ont une direction comprise entre 60° et 120° Ouest. Par contre, entre 100° et 140° Est, le vent est peu fréquent et presque toujours inférieur à 8 m/s.

### 4. EVAPOTRANSPIRATION

Les données climatiques disponibles sur de nombreux postes du département permettent de calculer par une formule empirique l'évapotranspiration réelle annuelle moyenne en l'absence de mesures directes de mise en œuvre délicate.

La formule classiquement utilisée est celle de Turc :

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

où  $P$  est la pluie annuelle

et  $L = 300 + 25 T + 0,05 T^2$ ,  $T$  étant la température moyenne annuelle.

En prenant cette température égale à 10,5°C, on introduit une erreur négligeable sur le résultat qui peut donc être obtenu sur chaque poste pluviométrique (tableau n° 3).

La répartition géographique de l'E.T.R. moyenne annuelle est évidemment identique à celle de la pluie mais les variations sont atténuées. Pour 661 mm de pluie à Elbeuf, l'E.T.R. s'élève à 447 mm, à Goderville elle est de 476 mm pour une précipitation de 1012 mm.

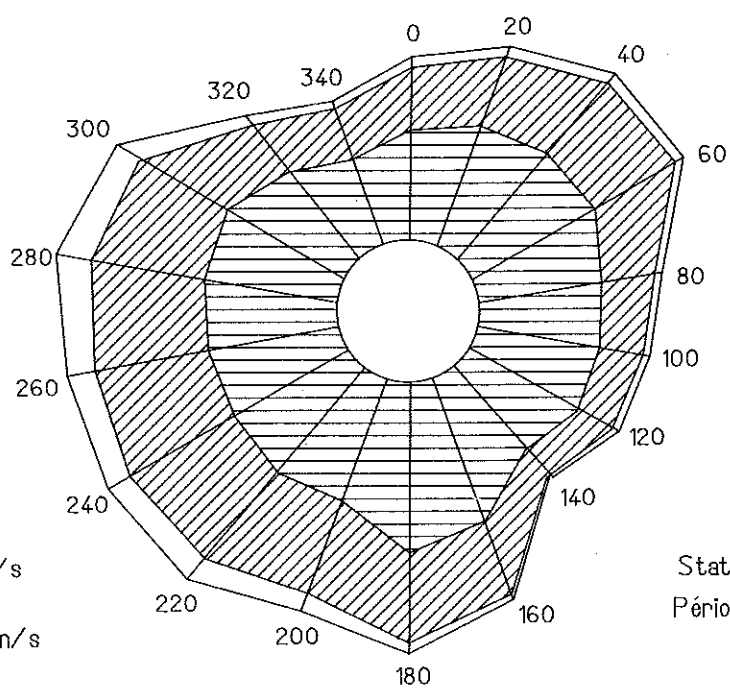
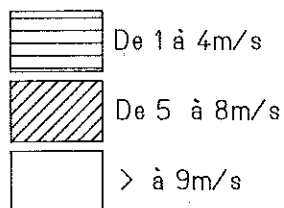
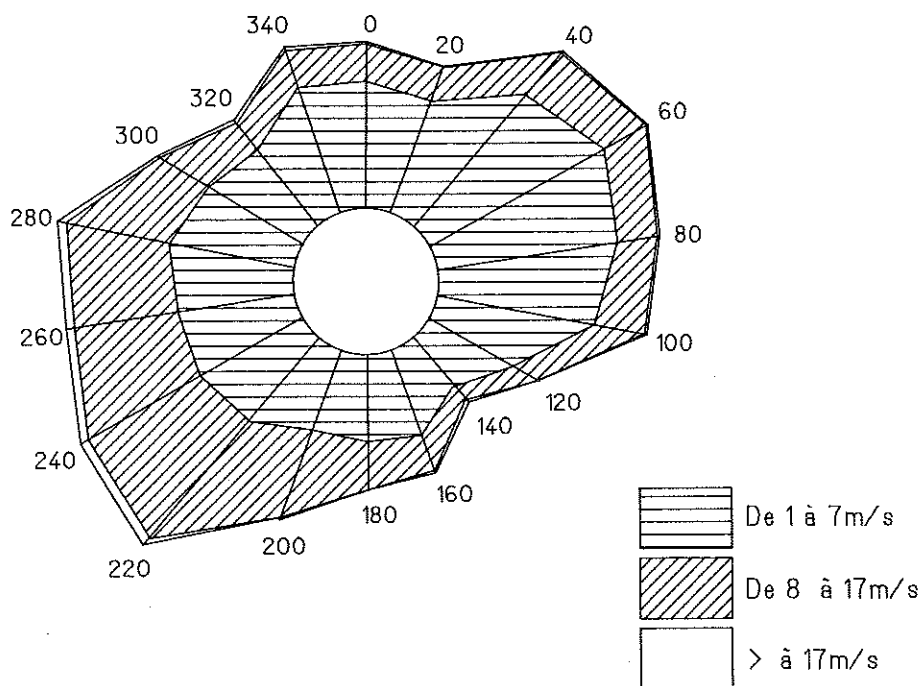
TABLEAU n° 3

EVAPOTRANSPIRATION REELLE ET PLUIE EFFICACE ANNUELLES MOYENNES EN SEINE-MARITIME

| POSTES                     | P    | ETR | P eff. | POSTES                          | P   | ETR | P eff. |
|----------------------------|------|-----|--------|---------------------------------|-----|-----|--------|
| LE TREPORT                 | 887  | 517 | 370    | BUCHY                           | 921 | 523 | 398    |
| EU                         | 799  | 499 | 300    | FORGES-LES-EAUX                 | 811 | 502 | 309    |
| BLANGY-SUR-BRESLE          | 832  | 506 | 326    | CAP DE LA HEVE (Sainte-Adresse) | 708 | 477 | 231    |
| NEUVILLE-LES-DIEPPE        | 782  | 496 | 286    | LE HAVRE                        | 839 | 508 | 331    |
| SAINTE-MARGUERITE          | 726  | 482 | 244    | BOLBEC                          | 974 | 531 | 443    |
| SAINT-VALERY-EN-CAUX       | 812  | 502 | 310    | LILLEBONNE                      | 908 | 520 | 388    |
| LONGUEVILLE                | 826  | 505 | 319    | VILLEQUIER                      | 701 | 475 | 226    |
| LONDINIERES                | 754  | 489 | 265    | CAUDEBEC-EN-CAUX                | 761 | 491 | 270    |
| AUMALE                     | 732  | 483 | 249    | BARENTIN                        | 946 | 527 | 419    |
| FECAMP                     | 810  | 502 | 308    | MARTAINVILLE-EPREVILLE          | 782 | 495 | 297    |
| CANY-BARVILLE              | 916  | 522 | 394    | GOURNAY                         | 799 | 500 | 299    |
| NEUFCHATEL                 | 836  | 507 | 329    | SAINT-ETIENNE-DU-ROUVRAY        | 701 | 475 | 226    |
| CAP D'ANTIFER (La Poterie) | 758  | 490 | 268    | MONT-SAINT-AIGNAN               | 749 | 488 | 261    |
| GODERVILLE                 | 1012 | 536 | 476    | BIHOREL                         | 732 | 483 | 249    |
| YVETOT                     | 881  | 516 | 365    | ELBEUF                          | 661 | 447 | 214    |
| TOTES                      | 835  | 507 | 328    |                                 |     |     |        |

Figure 10 : REPARTITION ANNUELLE DES VENTS

Station La Hève :  
Période 1951 - 1980



Station Rouen Boos :  
Période 1969 - 1989

## 5. PRECIPITATIONS EFFICACES

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

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

Sur une période telle que les variations de réserves 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 interannuelle de la nappe de la craie à partir des données des 34 postes pluviométriques disposant des moyennes annuelles de précipitations et d'évapotranspiration (tableau n° 3).

Ces résultats sont reportés sur la figure n° 11. Le tracé des isohyètes efficaces montre que l'on retrouve la zonalité des précipitations sur le département avec un contraste accentué entre le littoral et la vallée de la Seine d'une part (200 à 250 mm) et le centre du Pays de Caux d'autre part (plus de 400 mm par an).

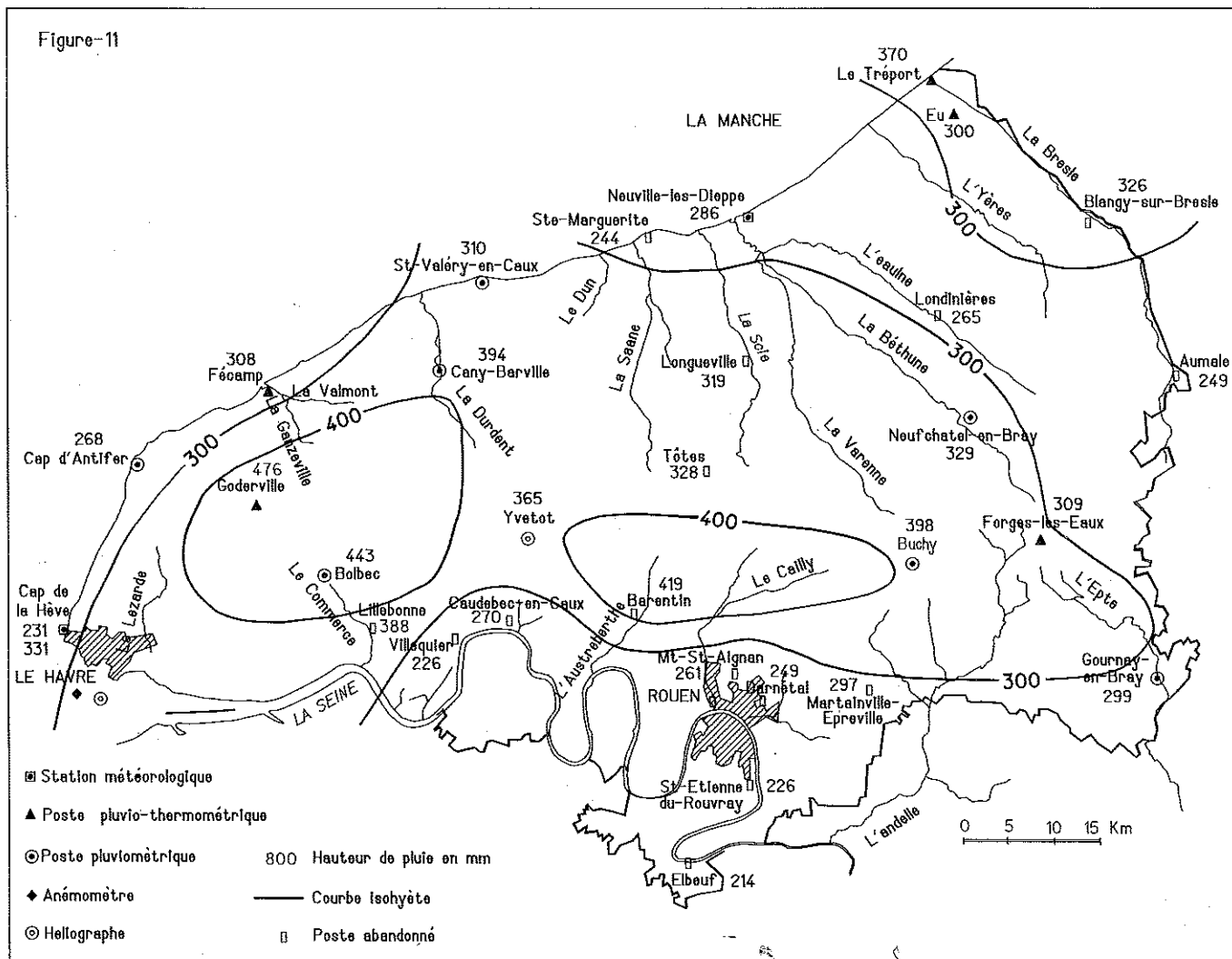
Puisque l'E.T.R. est relativement constante en un point d'une année à l'autre, il est évident que les écarts de la pluviométrie annuelle par rapport à la moyenne entraînent d'importantes variations de l'alimentation de la nappe de la craie en ce point.

Par exemple à Buchy, en 1976, les 566 mm de pluie n'ont fourni qu'une infiltration de 136 mm alors qu'en 1981, à une hauteur d'eau de 1115 mm correspond une pluie efficace de 566 mm. Donc lorsque la pluie a varié à Buchy, dans un rapport de 1 à 2, l'alimentation de la nappe a varié de 1 à 4.

En général, la période de recharge s'étend d'octobre à mars et celle de la vidange de l'aquifère d'avril à septembre.

Ce sont donc les pluies d'automne et d'hiver qui influent sur l'état des réserves en eaux souterraines.

Figure 11 : PLUIES EFFICACES MOYENNES ANNUELLES DU DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME  
(Méthode de Turc)  
(Normales 91-30 et 51-80)



## DEUXIEME PARTIE : RESSOURCES EN EAU

### CHAPITRE I - EAUX SUPERFICIELLES

#### 1. RESEAU D'OBSERVATION HYDROLOGIQUE

Les 22 principaux cours d'eau du département de la Seine-Maritime sont équipés de 20 stations de jaugeage.

Les caractéristiques de ce réseau sont les suivantes :

- Actuellement seul le SRAE exploite ces stations.
- Les durées d'exploitation sont très variables (de 1 à 30 ans), certaines fonctionnent depuis 1965, d'autres depuis 1990. Sept stations sont abandonnées.
- Les types et fréquences de mesures sont différents d'un point à un autre du réseau, du limnigraphe sur section tarée jusqu'aux jaugeages volants de fréquence bimestrielle.
- La plupart des sections de contrôle sont situées dans les cours inférieurs, près des confluentes et des embouchures, quelques-unes sont plus à l'amont.

Les stations de jaugeage sont reportées sur la carte de la figure n° 12 avec un indice de renvoi au tableau n° 4 qui en rassemble les principales caractéristiques.

Figure 12 : SITUATION DES STATIONS DE JAUGEAGE

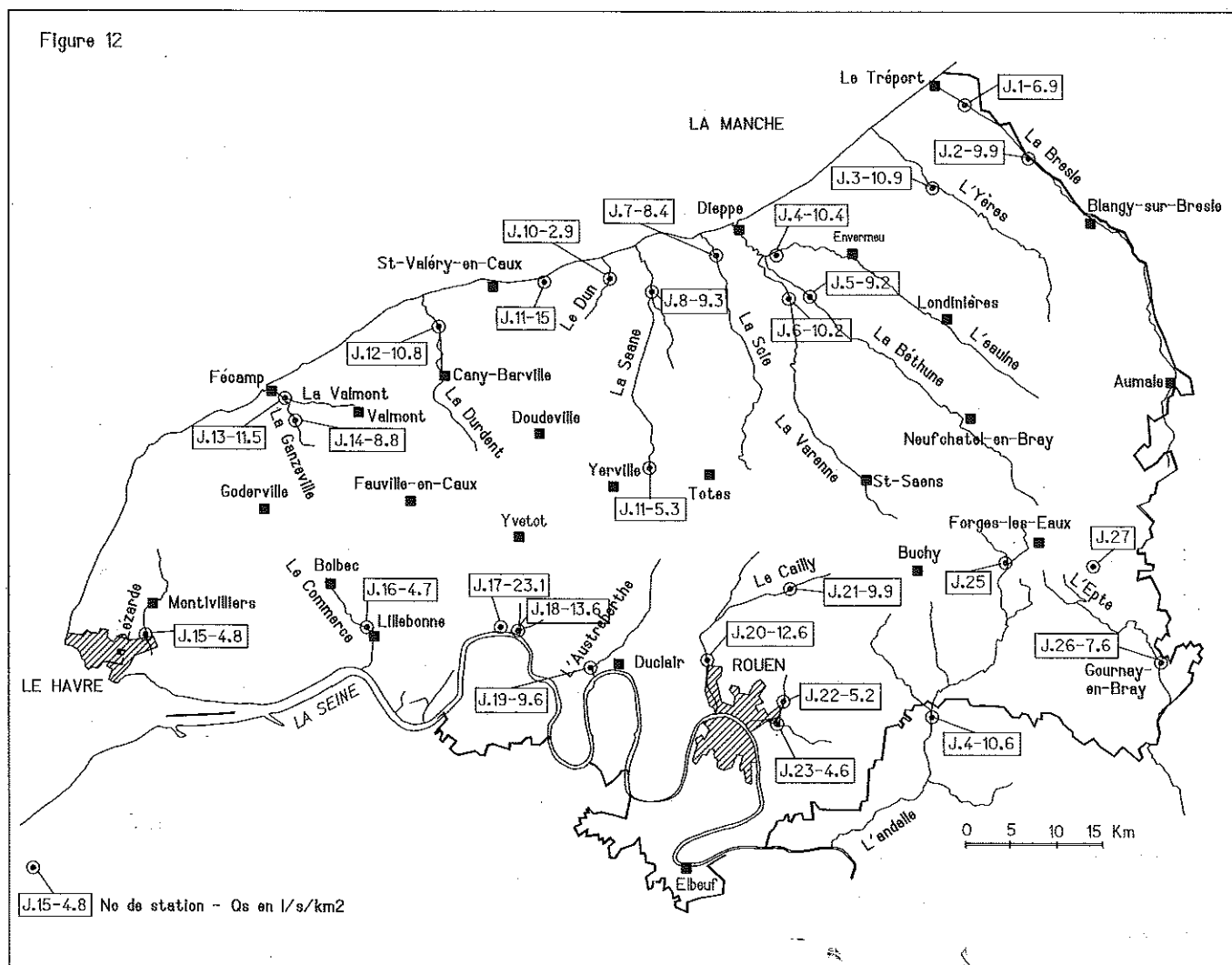


TABLEAU N° 4 : STATIONS DE JAUGEAGE DES COURS D'EAU DE LA SEINE-MARITIME

| N° sur figure | Cours d'eau             | Situation                | Surface du B.V. (km²) | Altitude (m NGF) | Organisme | Période    | Types de mesures                         |
|---------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|------------------|-----------|------------|------------------------------------------|
| J 1           | Bresle                  | Eu                       | 754                   | 5                | 1° CE     | depuis 71  | Abandonné                                |
| J 2           | Bresle                  | Longroy                  | 605                   | 23               | BRGM      | 65 à 73    | jaugages mensuels                        |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 74  | puis bimestriels                         |
| J 3           | Yères                   | Touffreville             | 265                   | 14               | BRGM      | 65 à 73    | limnigraphe                              |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 74  | depuis 77                                |
| J 4           | Eaulne                  | Martin-Eglise            | 324                   | 4                | BRGM      | 65 à 73    | jaugages mensuels                        |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 74  |                                          |
| J 5           | Béthune                 | St-Aubin-le-Cauf         | 292                   | 16               | SRAE      | depuis 66  | limnigraphe                              |
| J 6           | Varenne                 | Martigny                 | 346                   | 13               | BRGM      | 65 à 73    | jaugages mensuels                        |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 74  |                                          |
| J 7           | Scie                    | Hautot-sur-Mer           | 216                   | 6                | 1° CE     | depuis 50  |                                          |
|               |                         |                          |                       |                  | BRGM      | 65 à 76    | jaugages mensuels                        |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 80  |                                          |
| J 8           | Saâne                   | Longueil                 | 274                   | 5                | BRGM      | 65 à 73    | jaugages mensuels                        |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 74  | puis bimestriels                         |
| J 9           | Saâne                   | Bourdainville            | 36                    | 105              | SRAE      | depuis 80  | limnigraphe                              |
|               |                         |                          | (Source)              |                  |           |            |                                          |
| J 10          | Dun                     | Bourg-Dun                | 102                   | 5                | BRGM      | 65 à 76    | Abandonné                                |
| J 11          | Veules                  | Veules-les-Roses         | 38                    | 5                | BRGM      | 67 à 76    | Abandonné                                |
| J 12          | Durdent                 | Vittefleur               | 344                   | 5                | BRGM      | 65 à 73    | limnigraphe                              |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 80  |                                          |
| J 13          | Valmont                 | Fécamp                   | 150                   | 8                | BRGM      | 65 à 73    | jaugages mensuels                        |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 74  |                                          |
| J 14          | Ganzeville              | Ganzeville               | 90                    | 24               | BRGM      | 65 à 73    | limnigraphe                              |
|               |                         |                          |                       |                  | SRAE      | depuis 74  | depuis 80                                |
| J 15          | Lézarde                 | Harfleur                 | 210                   | 8                | 1° CE     | depuis 70  | Abandonné                                |
| J 16          | Commerce                | Lillebonne               | 169                   | 4                | 1° CE     | depuis 68  | Abandonné                                |
|               |                         |                          |                       |                  | BRGM      | depuis 71  |                                          |
| J 17          | Abmion-<br>Ste-Gertrude | Caudebec-en-Caux         | 60                    | ?                | SRAE      | depuis 64  | 2 limnigraphes 74 à 88<br>puis abandonné |
| J 18          | Rançon                  | Caudebec-en-Caux         | 122                   | 4                | BRGM      | 65 à 79    | Abandonné                                |
| J 19          | Austreberthe            | Duclair                  | 210                   | 8                | SRAE      | depuis 65  | limnigraphe                              |
| J 20          | Cailly                  | Notre-Dame-de-Bondeville | 195                   | 19               | SRAE      | depuis 63  | lecture journalière                      |
|               |                         |                          |                       |                  |           | de 65 à 77 | jaugages bimestriels<br>puis limnigraphe |
| J 21          | Cailly                  | Fontaine-Le-Bourg        | 84                    | 75               | SRAE      | depuis 81  | limnigraphe                              |
| J 22          | Robec                   | Darnétal                 | 46                    | 34               | 1° CE     | depuis 70  | Abandonné                                |
|               |                         |                          |                       |                  | BRGM      | 65 à 76    |                                          |
| J 23          | Aubette                 | St-Léger-du-Bourg-Denis  | 80                    | 22               | 1° CE     | depuis 70  | jaugages bimestriels                     |
|               |                         |                          |                       |                  | BRGM      | 65 à 76    |                                          |
| J 24          | Andelle                 | Vasceuil (27)            | 37                    | 55               | SRAE      | depuis 73  | lectURe journalière                      |
|               |                         |                          |                       |                  |           | depuis 88  | limnigraphe                              |
| J 25          | Andelle                 | Rouvray-Catillon         |                       |                  | SRAE      | depuis 90  | limnigraphe                              |
| J 26          | Epte                    | Gournay                  | 245                   | 91               | SRAE      | depuis 67  | limnigraphe                              |
| J 27          | Epte                    | Saumont-la-Poterie       |                       |                  | SRAE      | depuis 90  | limnigraphe                              |

## 2. REGIMES DES COURS D'EAU

Ce réseau permet de calculer, pour 20 stations, les débits caractéristiques des 22 cours d'eau jaugés. Les résultats sont rassemblés dans le tableau n° 5.

Le ruissellement étant inférieur à 5 % des lames d'eau écoulée sur les bassins crayeux, le régime des cours d'eau reflète fidèlement celui de la nappe de la craie.

Le rapport du débit moyen annuel au débit moyen d'étiage mensuel met en évidence la grande régularité du régime interannuel des cours d'eau de la craie. La Béthune et l'Epte dont les bassins amonts se situent dans le Pays de Bray sont les seules exceptions car le ruissellement peut y être important.

## 3. DEBITS SPECIFIQUES

Le débit spécifique d'un cours d'eau est le rapport du débit mesuré en une station de jaugeage à la surface du bassin versant concerné, il se rapporte à une période précise (débit instantané ou débit caractéristique).

Le tableau n° 5 indique les débits spécifiques moyens interannuels, d'étiage moyen mensuel, d'étiage minimal.

Les débits spécifiques annuels moyens ont été reportés sur la carte de la figure n° 12.

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

Les séries de données disponibles actuellement permettent d'approcher quantitativement les relations nappes/cours d'eau.

On peut par exemple noter le faible débit spécifique du Dun à Bourg-le-Dun qui contraste avec la forte valeur pour la Veules à Veules-les-Roses. On peut dans ce cas supposer l'existence de transferts souterrains entre ces deux bassins.

TABLEAU n° 5 : DEBITS CARACTERISTIQUES DES COURS D'EAU DE LA SEINE-MARITIME  
(Période 1965 - 1989)

| N° de la station | Rivière - Station                 | Superficie du bassin en km² | Débit moyen Interannuel | Qs    | Débit moyen d'étiage | Qs    | Débit minimum d'étiage | Qs    | Date  | Rapport Q moyen Interannuel / Q moyen d'étiage | Rapport Q moyen Interannuel / Q minimum d'étiage |
|------------------|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------|----------------------|-------|------------------------|-------|-------|------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| J 1              | Bresles, Eu                       | 754                         | 5,22 (1)                | 6,92  | 3,89                 | 5,16  | 3,03                   | 4,02  | 08/73 | 1,34                                           | 1,72                                             |
| J 2              | Bresles, Longroy                  | 605                         | 5,99                    | 9,90  | 4,40                 | 7,27  | 2,64                   | 4,36  | 07/72 | 1,36                                           | 2,27                                             |
| J 3              | Yères, Touffreville               | 265                         | 2,88                    | 10,87 | 1,70                 | 6,42  | 0,85                   | 3,24  | 07/73 | 1,69                                           | 3,39                                             |
| J 4              | Eaulne, St-Martin-Eglise          | 324                         | 3,37                    | 10,40 | 1,80                 | 5,56  | 0,95                   | 2,93  | 07/73 | 1,87                                           | 3,55                                             |
| J 5              | Béthune, St-Aubin-le-Cauf         | 292                         | 2,69                    | 9,21  | 1,00                 | 3,43  | 0,44                   | 1,59  | 03/69 | 2,69                                           | 6,11                                             |
| J 6              | Varenne, Martigny                 | 346                         | 3,53                    | 10,20 | 2,80                 | 8,09  | 1,75                   | 5,06  | 09/74 | 1,26                                           | 2,02                                             |
| J 7              | Scie, Hautot-sur-Mer              | 216                         | 1,81                    | 8,38  | 1,52                 | 7,04  | 0,72                   | 4,94  | 09/73 | 1,19                                           | 2,51                                             |
| J 8              | Saâne, Longueil                   | 274                         | 2,55                    | 9,31  | 2,10                 | 7,66  | 0,68                   | 4,38  | 05/74 | 1,21                                           | 3,75                                             |
| J 9              | Saâne, Bourdainville              | 36                          | 0,19                    | 5,28  | 0,18                 | 5,00  | 0,11                   | 3,06  | -/85  | 1,06                                           | 1,73                                             |
| J 10             | Dun, Bourg-Dun                    | 102                         | 0,30                    | 2,94  | 0,23                 | 2,25  | 0,07                   | 0,69  | 05/74 | 1,30                                           | 4,29                                             |
| J 11             | Veules, Veules-les-Roses          | 38                          | 0,57 (1)                | 15,00 | 0,51                 | 13,42 | 0,43                   | 11,33 | 11/73 | 1,12                                           | 1,33                                             |
| J 12             | Durdent, Vitteflour               | 344                         | 3,70 (1)                | 10,76 | 3,20                 | 9,30  | 1,84                   | 5,35  | 07/73 | 1,16                                           | 2,01                                             |
| J 13             | Valmont, Fécamp                   | 150                         | 1,73                    | 11,53 | 1,50                 | 10,00 | 0,76                   | 6,19  | 08/73 | 1,15                                           | 2,28                                             |
| J 14             | Ganzeville                        | 90                          | 0,79                    | 8,78  | 0,59                 | 6,56  | 0,22                   | 0,20  | 08/73 | 1,34                                           | 3,59                                             |
| J 15             | Lézarde, Harfleur                 | 210                         | 1,00 (1)                | 4,76  | 0,82                 | 3,90  | 0,46                   | 2,91  | 09/73 | 1,22                                           | 2,17                                             |
| J 16             | Commerce, Lillebonne              | 169                         | 0,79 (1)                | 4,67  | 0,60                 | 3,55  | 0,36                   | 2,14  | 07/73 | 1,32                                           | 2,19                                             |
| J 17             | Ambion, Caudebec-en-Caux          | 59                          | 1,36                    | 23,05 | 1,10                 | 18,64 | 0,57                   | 5,64  | 01/73 | 1,24                                           | 2,39                                             |
| J 18             | Rançon, Caudebec-en-Caux          | 122                         | 1,66                    | 13,61 | 1,35                 | 11,07 | 0,52                   | 4,26  | 10/72 | 1,23                                           | 3,19                                             |
| J 19             | Austreberthe, Duclair             | 208                         | 2,00                    | 9,62  | 1,50                 | 7,21  | 0,90                   | 4,33  | 10/72 | 1,33                                           | 2,22                                             |
| J 20             | Caillly, Notre-Dame-de-Bondeville | 210                         | 2,65                    | 12,62 | 1,80                 | 8,57  | 0,96                   | 4,57  | 09/66 | 1,47                                           | 2,76                                             |
| J 21             | Caillly, Fontaine-le-Bourg        | 84                          | 0,83 (1)                | 9,88  | 0,63                 | 7,50  | 0,41                   | 4,88  | 12/84 | 1,32                                           | 2,02                                             |
| J 22             | Robec, Darnétal                   | 46                          | 0,24                    | 5,22  | 0,15                 | 3,26  | 0,02                   | 1,78  | 05/73 | 1,60                                           | 3,00                                             |
| J 23             | Aubette, St-Léger-du-Bourg-Denis  | 80                          | 0,37                    | 4,63  | 0,27                 | 3,38  | 0,12                   | 1,55  | 09/73 | 1,37                                           | 3,08                                             |
| J 24             | Andelle, Vascœuil                 | 371                         | 3,92 (1)                | 10,57 | 3,00                 | 8,09  | 1,82                   | 4,91  | 08/73 | 1,31                                           | 2,15                                             |
| J 25             | Epte, Gournay                     | 243                         | 1,84 (1)                | 7,57  | 0,29                 | 1,19  | 0,11                   | 2,86  | 09/71 | 6,35                                           | 16,73                                            |

(1) moins de 10 ans de mesures

#### 4. RESSOURCES HYDRO-ELECTRIQUES

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 le 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, mais un regain d'intérêt apparaît depuis quelques années pour cette forme d'énergie "naturelle" et "gratuite" qui fournit un appoint aux énergies traditionnelles.

Quelques sites parmi les plus intéressants sont déjà équipés d'une centrale hydro-électrique basse-puissance et fournissent l'énergie nécessaire à des artisans ou des P.M.E.

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

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

$H = \text{hauteur de chute en m}$   
 $r = \text{rendement de l'ensemble turbine-générateur.}$

La production annuelle d'énergie correspondante est :

$$W = P \times 24 \times 365 \times F \text{ en KWh}$$

où  $F =$  indice de disponibilité de l'énergie en fonction des variations saisonnières de débit.

Ces deux équations montrent bien la nécessité de connaître l'évolution du débit d'une rivière, au droit des projets d'aménagement, en particulier dans les cours supérieurs où se trouvent la plupart des chutes.

Ainsi pourrait-être mis en valeur un potentiel énergétique non négligeable à l'échelle du département, et dont la disponibilité est garantie par le régime particulièrement régulier des cours d'eau soutenus par la nappe de la craie.

## 1. NAPPE DE LA CRAIE

### 1.1 Piézométrie

#### 1.1.1 La carte piézométrique à 1/100 000

Bien qu'elle soit constituée par le raccordement des cartes à 1/50 000 élaborées sur plus de 10 ans, cette carte donne une image assez précise de la surface de la nappe et de l'organisation des écoulements.

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 écoulements souterrains se propagent vers les vallées humides en empruntant préférentiellement les vallées sèches qui constituent les axes d'écoulement privilégiés, du fait que la craie y est souvent fracturée et parfois karstifiée. Les cours d'eau drainent la nappe de la craie par l'intermédiaire de leurs alluvions. Les bassins versants souterrains correspondent en général aux bassins superficiels.

La profondeur de la nappe peut atteindre 80 à 100 m sous les plateaux près des ruptures de pente (jusqu'à 120 m à Mont-Saint-Aignan). Elle n'est plus que de 30 m au centre du Pays de Caux dans les zones très éloignées des niveaux de base.

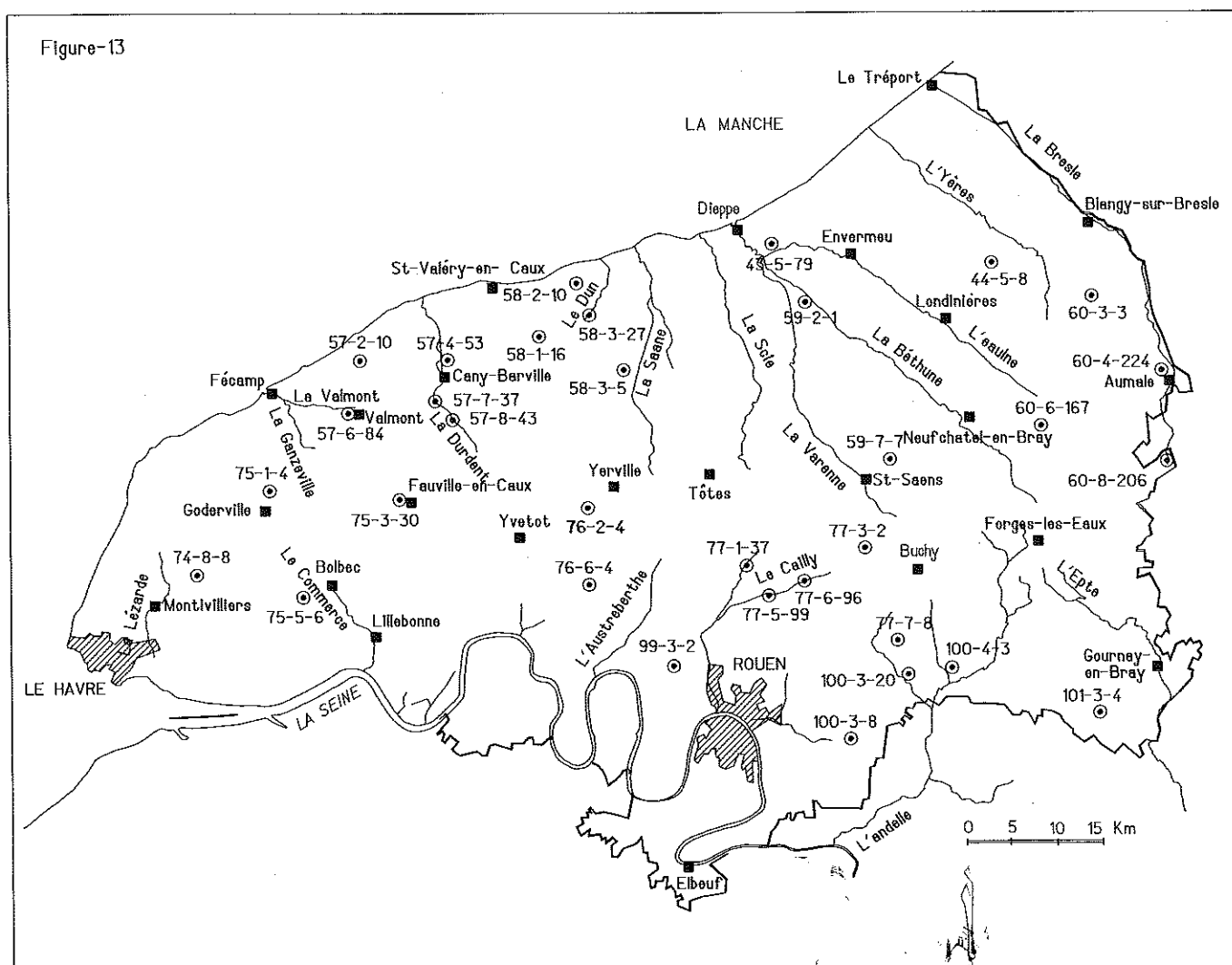
Sous les vallées sèches, la nappe est profonde de quelques mètres et son niveau s'établit dans les alluvions des vallées humides à un mètre et moins de la surface.

Ces grands traits généraux de la piézométrie sont parfois perturbés 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 la structure du réservoir et la piézométrie apparaît nettement.

L'exemple le plus démonstratif est celui de la faille de Lillebonne dont le rôle de drain apparaît nettement sur la carte piézométrique.

Figure 13 : RESEAU PIEZOMETRIQUE - SITUATION AU 31.12.1989



### *1.1.2 Réseau d'observation piézométrique*

Dès la fin de l'année 1967, un réseau piézométrique a été mis en place par le BRGM en Haute-Normandie, avec le concours du Ministère de l'Industrie et du département de la Seine-Maritime.

Depuis 1974, il couvre tout le département de la Seine-Maritime. La carte de la figure n° 13 donne la situation des points sélectionnés. Leurs principales caractéristiques sont rassemblées dans les tableaux n° 6 et n° 7.

Soixante et un puits ont fourni au moins quatre ans d'observations, que ce soient des enregistrements par limnigraphes ou des mesures mensuelles. En 1988, vingt-six relevés ont été effectués en plateau ou vallée sèche, neuf en vallée humide et sept sur des sources non captées. Les données acquises ont fait l'objet d'une saisie informatique ce qui permet la sortie sur table traçante des courbes piézométriques et l'édition d'un annuaire.

TABLEAU n° 6 : RESEAU PIEZOMETRIQUE DU DEPARTEMENT DE LA SEINE-MARITIME  
Etat au 31/12/1988

| COMMUNE                   | LIEU-DIT                   | INDICE<br>BRGM | COORDON-<br>NEES | COTE<br>DU SOL | BASSIN  | PROFON-<br>DEUR (en m) | DEBUT DES<br>OBSERVATIONS | TYPE DE<br>MESURES |
|---------------------------|----------------------------|----------------|------------------|----------------|---------|------------------------|---------------------------|--------------------|
| GREGES                    | Herbage du Manoir          | 43.5.79        | 514,32<br>247,65 | 96             | Eaulne  | 76,90                  | 06.11.72                  | bimestriel         |
| PUISENVAL                 | Ferme Brigandin            | 44.5.8         | 537,80<br>242,98 | 108            | Yères   | 25,00                  | 13.12.72                  | limnigraphe        |
| ANCRETEVILLE-SUR-MER      | Bourg près de l'église     | 57.2.10        | 468,59<br>233,89 | 90             | Manche  | 45,15                  | 23.10.69                  | bimestriel         |
| VITTEFLEUR                | Le Hamel                   | 57.4.53        | 477,74<br>235,82 | 8,5            | Manche  | 2,30                   | 16.07.85                  | limnigraphe        |
| VALMONT                   | Ancien Moulin              | 57.6.84        | 468,64<br>228,65 | 52             | Valmont | 4,30                   | 16.07.85                  | limnigraphe        |
| GRAINVILLE-LA-TEINTURIERE | Mantheville                | 57.7.37        | 476,57<br>230,40 | 29             | Durdent | 1,90                   | 16.07.85                  | limnigraphe        |
| VEAUVILLE-LES-QUELLES     | Château de Mathonville     | 57.8.2         | 482,61<br>228,37 | 107            | Durdent | 61,80                  | 19.11.69                  | limnigraphe        |
| GRAINVILLE-LA-TEINTURIERE | Centre Vile                | 57.8.43        | 477,55<br>228,92 | 35             | Durdent | 3,05                   | 16.07.85                  | limnigraphe        |
| ERMENOUVILLE              | Château au Mesnil Geoffroy | 58.1.16        | 488,20<br>235,85 | 95             | Manche  | 79,30                  | 03.02.71                  | bimestriel         |
| LAMMERVILLE               | Faguillonde                | 58.3.27        | 501,70<br>232,80 | 98             | Saône   | 45,0                   | 24.11.87                  | limnigraphe        |
| TOCQUEVILLE-EN-CAUX       | Bois du Château            | 58.3.5         | 495,97<br>232,58 | 121            | Saône   | 71,10                  | 03.02.71                  | bimestriel         |
| COLMESNIL-MANNEVILLE      | Hameau de Gennetuit        | 58.4.22        | 505,25<br>239,62 | 83             | Saône   | 51,20                  | 03.02.71                  | bimestriel         |
| SAINT-AUBIN-LE-CAUF       | Chemin du Mont-Raoul       | 59.2.1         | 517,11<br>239,87 | 75             | Varenne | 55,80                  | 26.05.72                  | bimestriel         |
| MAUCOMBLE                 | La Verrerie                | 59.7.7         | 526,88<br>221,42 | 200            | Varenne | 86,40                  | 26.05.72                  | bimestriel         |
| REALCAMP                  | Château de Réalcamp        | 60.3.3         | 548,66<br>239,45 | 212            | Bresle  | 57,50                  | 17.01.74                  | bimestriel         |
| AUMALE                    | Hameau de Coppeguen        | 60.4.224       | 556,41<br>230,32 | 206            | Bresle  | 71,70                  | 17.01.74                  | bimestriel         |
| GRAVAL                    | Ferme du Maire au Bourg    | 60.60167       | 542,92<br>225,80 | 205            | Eaulne  | 59,00                  | 17.01.74                  | bimestriel         |
| CRQUIERS                  | Hameau de Hadancourt       | 60.8.206       | 556,77<br>220,92 | 220            | Bresle  | 40,40                  | 17.01.74                  | bimestriel         |

| COMMUNE               | LIEU-DIT                             | INDICE<br>BRGM | COORDON-<br>NEES | COTE<br>DU SOL | BASSIN              | PROFON-<br>DEUR (en m) | DEBUT DES<br>OBSERVATIONS | TYPE DE<br>MESURES |
|-----------------------|--------------------------------------|----------------|------------------|----------------|---------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|
| MANEGLISE             | Château de la ville<br>d'Armentières | 74.8.8         | 450,70<br>210,22 | 110            | Lézarde             | 60,50                  | 18.11.69                  | limnigraphe        |
| AUBERVILLE-LA-RENAULT | Château de Glatigny                  | 75.1.4         | 458,70<br>221,41 | 113,5          | Manche              | 68,10                  | 04.03.82                  | limnigraphe        |
| HATTENVILLE           | La Cayenne                           | 75.3.30        | 471,12<br>219,16 | 126            | Valmont             | 36,75                  | 26.11.69                  | bimestriel         |
| LES TROIS-PIERRES     | Château                              | 75.5.6         | 461,36<br>207,96 | 112            | Commerce            | 93,55                  | 24.10.69                  | bimestriel         |
| MOTTEVILLE            | Ferme du Bois Guilbert               | 76.2.4         | 493,47<br>217,72 | 155            | Austreberthe        | 36,45                  | 29.01.68                  | bimestriel         |
| BLACQUEVILLE          | Ferme du Mouchel                     | 76.6.4         | 491,95<br>208,98 | 124            | Austreberthe        | 84,90                  | 22.11.67                  | limnigraphe        |
| MONTVILLE             | Château                              | 76.8.70        | 507,45<br>207,08 | 160            | Cailly              | 61,80                  | 29.01.68                  | bimestriel         |
| CLERES                | Mont-Cauvaire                        | 77.1.37        | 511,45<br>211,70 | 92             | Cailly              | 3,50                   | 17.07.85                  | limnigraphe        |
| ROCQUEMONT            | Propriété Valle                      | 77.3.2         | 523,59<br>212,14 | 175            | Cailly              | 47,65                  | 26.01.68                  | limnigraphe        |
| FONTAINE-LE-BOURG     | Le Grand-Tendos                      | 77.5.99        | 512,80<br>207,43 | 74             | Cailly              | 32,05                  | 22.06.85                  | limnigraphe        |
| CLAVILLE-MOTTEVILLE   | PETITE VATINE                        | 77.6.96        | 517,74<br>208,97 | 103            | CAILLY              | 35,00                  | 30.06.85                  | limnigraphe        |
| CATENAY               | Ferme du Mont-Lambert                | 77.7.8         | 526,74<br>202,60 | 158            | Andelle<br>(Crevon) | 48,25                  | 29.01.68                  | bimestriel         |
| LA VAUPALIERE         | Château du Parquet                   | 99.3.2         | 501,88<br>198,45 | 115            | Seine               | 97,95                  | 29.01.68                  | bimestriel         |
| BOIS-D'ENNEBOURG      | Dans les herbages                    | 100.3.8        | 521,74<br>192,41 | 151            | Robec<br>(Aubette)  | 63,40                  | 31.01.68                  | bimestriel         |
| RY                    | Crédit Agricole                      | 100.3.20       | 528,02<br>197,30 | 74             | Andelle<br>(Crevon) | 3,55                   | 18.07.85                  | limnigraphe        |
| LE HERON              | Ferme de Verdun                      | 100.4.3        | 533,67<br>199,84 | 169            | Andelle<br>(Héron)  | 85,20                  | 31.01.68                  | bimestriel         |
| BEZANCOURT            | Ferme aux Quatre Hêtres              | 101.3.4        | 548,82<br>193,23 | 188            | Epte<br>(Lévrière)  | 46,40                  | 05.02.71                  | bimestriel         |

TABLEAU n° 7  
SOURCES IMPORTANTES NON CAPTEES (Etat au 31.12.1988)

| COMMUNE                                                           | Indice BRGM                              | COORDONNEES      | COTE DU SOL | DEBIT (*)<br>m³/s |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------|-------------|-------------------|
| VALMONT<br>Sources de l'Abbaye et du Vivier                       | 57-6X-0005,<br>35, 43 et 76              | 469,20<br>288,08 | + 55        | 0,510             |
| BEC-DE-MORTAGNE<br>Sources de Saint-Martin                        | 57-6X-063,<br>68, 69, 71, 72,<br>77 à 79 | 464,02<br>224,25 | + 52        | 0,785             |
| CANY-BARVILLE                                                     | 57-8X-0058                               | 476,80<br>229,42 | + 30        | 0,679             |
| VARVANNES<br>Sources de la Saône                                  | 58-7X-0052                               | 500,96<br>220,94 | + 105       | 0,231             |
| LILLEBONNE<br>Sources de la pisciculture et Fontaine des Bruyères | 75-7X-0028<br>et 29                      | 470,93<br>205,52 | + 38        | 0,370             |
| MAULEVRIER<br>Sources de l'Ambion                                 | 75-8X-0022<br>et 23                      | 482,15<br>206,11 | + 10        | 0,370             |
| SAINT-MARTIN-DU-VIVIER<br>Sources Durieu et Godailler             | 100-1X-0071<br>et 72                     | 514,76<br>196,88 | + 52        | 0,160             |

(\*) Mesures à l'aide d'un micromoulinet OTT

### 1.1.3 Historique piézométrique

La référence est le piézomètre Rocquemont (77.3.2) situé dans la partie amont du bassin du Cailly. Cet ouvrage est surveillé depuis 1968 (figure n° 14).

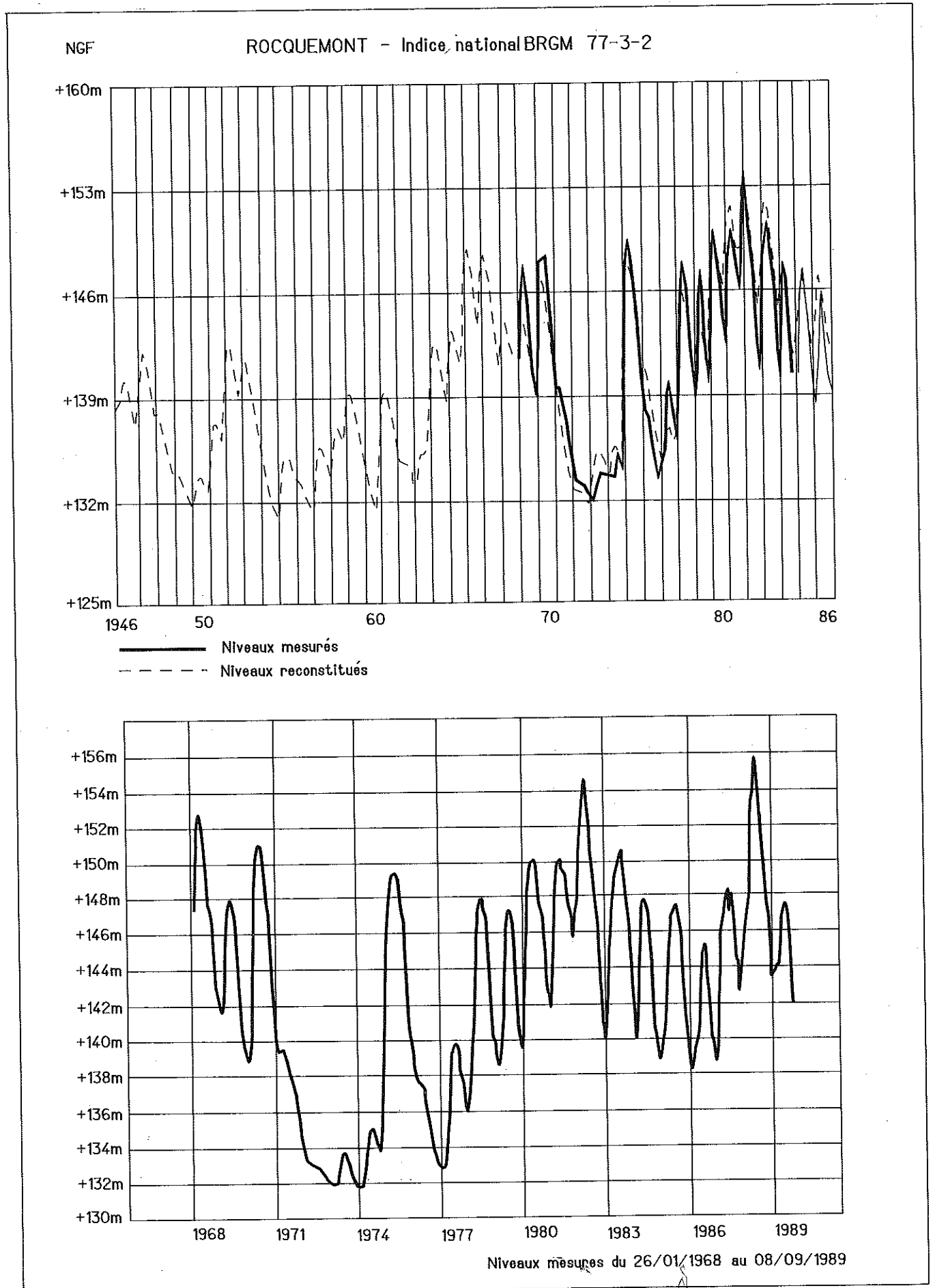
On a reconstitué les niveaux antérieurs de 1945 à 1968, à partir du calage pluie efficace/niveau, à l'aide du logiciel Gardenia (figure n° 14).

Ce point d'observation est le plus représentatif du comportement général de la nappe de la craie sur l'ensemble du département, si l'on ne tient pas compte de l'influence des facteurs locaux.

On perçoit différents événements résumés ci-dessous :

- De 1965 à 1970 : Hautes eaux, il y a reconstitution des réserves interannuelles. Les années pluvieuses 1969 et 1970 ont amené les niveaux à des cotes très élevées.
- De 1971 à 1973 : Basses eaux, l'absence de réalimentation annuelle a entraîné la vidange des réserves.
- De 1974 à 1976 : Les hautes eaux temporaires de 1975 ne permettent toutefois pas d'atteindre la cote de 1970 et malgré une recharge annuelle assez importante, le déficit pluviométrique de l'année 1976 ne permet pas de reconstituer les réserves interannuelles et provoque un étiage important mais moindre que celui de 1973.
- De 1977 à 1989 : Recharge globale de la nappe avec des fluctuations importantes. Les pluies abondantes des hivers 1981-1982 et 1987-1988 ont amené les niveaux à des cotes supérieures à celle de 1970, séparés par une période de légère baisse des réserves de 1983 à 1987.

Figure 14 :



### 1.1.4 Etat de la nappe en 1989 - 1990 et prévisions

La nappe a été rechargée (en 1988) au cours d'un épisode interannuel où les pluies furent particulièrement importantes.

La relative faiblesse des précipitations fin 89 début 90 a entraîné un effet de vidange restreint et n'a pas affecté l'état des réserves.

Les niveaux sont supérieurs ou très proches des valeurs moyennes interannuelles. Globalement, l'état de la nappe correspond à celui de la période 1978-1988.

Il n'y a donc pas de risques immédiats de sécheresse pour le département, compte tenu de la capacité de l'aquifère à supporter des déficits d'alimentation s'étendant sur une à plusieurs années.

Cette méthode d'analyse est appliquée en permanence à la prévision des étiages, grâce à un réseau national d'observations piézométriques qui comprend, pour la Seine-Maritime, les puits de Motteville (76.2.4) et de Catenay (77.7.8). Un bulletin est édité, la figure n° 17 donne un exemple des renseignements qu'il fournit.

La même méthode permet de simuler le débit des sources jaugées régulièrement. C'est le cas de la source Saint-Laurent au Havre qui fait également partie du réseau national.

A partir de 1989, l'annuaire piézométrique comporte un volet de prévision des niveaux sur un an calculés par simulation à l'aide d'un modèle mathématique.

### 1.1.5 Types de fluctuations

A cette évolution générale de la nappe de la craie liée aux facteurs régionaux se superpose pour chaque point de mesure 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 hydro-dynamiques de l'aquifère. La conjonction de ces conditions donne à chaque courbe une forme particulière, il est possible de définir plusieurs types principaux de fluctuations piézométriques qui regroupent la majorité des puits observés :

Les figures 15 et 16 présentent deux cas opposés par leur situation globale. Le limnigraphe de Grainville-la-Teinturière (Hameau de Mautherville (57.7.37) est situé en vallée humide, la nappe est à 1 m environ de profondeur, alors que le piézomètre d'Aumale (60.4.224) est en plateau, la nappe est à 65 m de profondeur.

Dans le premier cas, on voit que la nappe réagit à chaque pluie efficace pratiquement à l'échelle de quelques jours. Les recharges et vidanges sont d'une amplitude forte mais relativement constante.

Ceci implique un drainage très fort et prévoit une faible capacité de réserve de l'aquifère. C'est typiquement l'image d'un puits dans un réservoir assez perméable à faible distance d'une source ou d'une rivière.

Dans l'autre cas, la nappe n'enregistre que les variations des réserves pluriannuelles, les autres sont très amorties. Le réservoir capté est peu perméable et le drainage est faible. C'est l'exemple d'un puits situé en plateau, la nappe est profonde et la couverture semi-perméable est épaisse.

Figure 15 et Figure 16 :

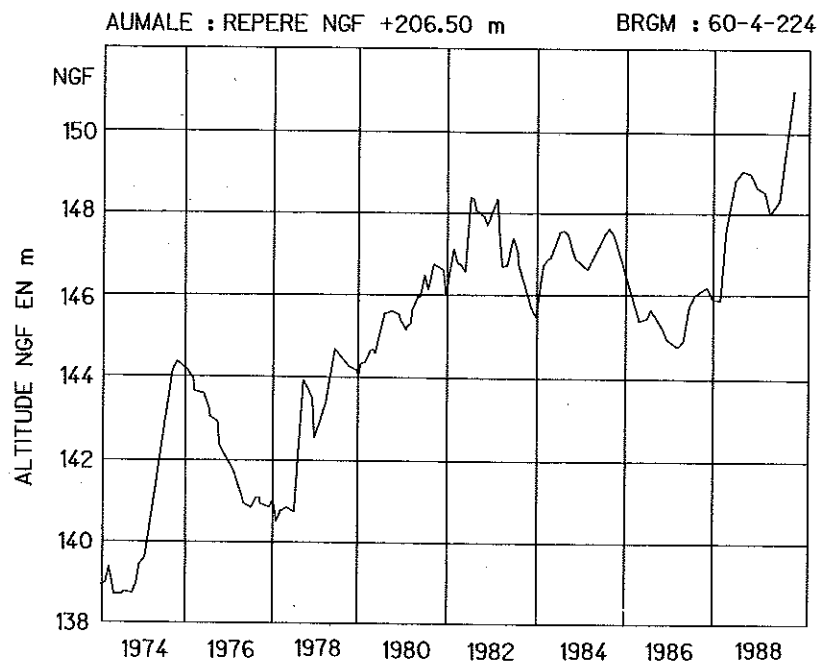
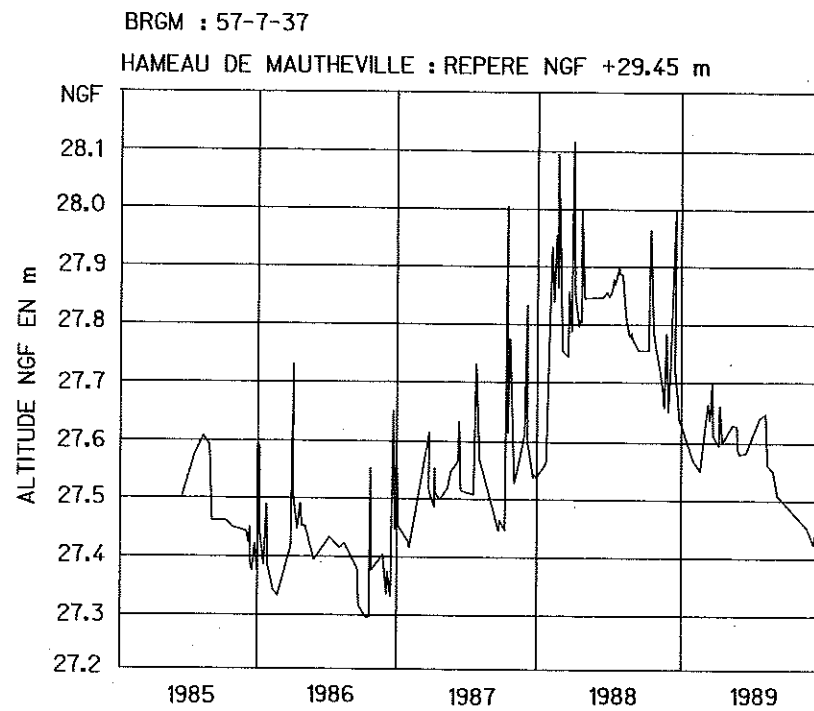
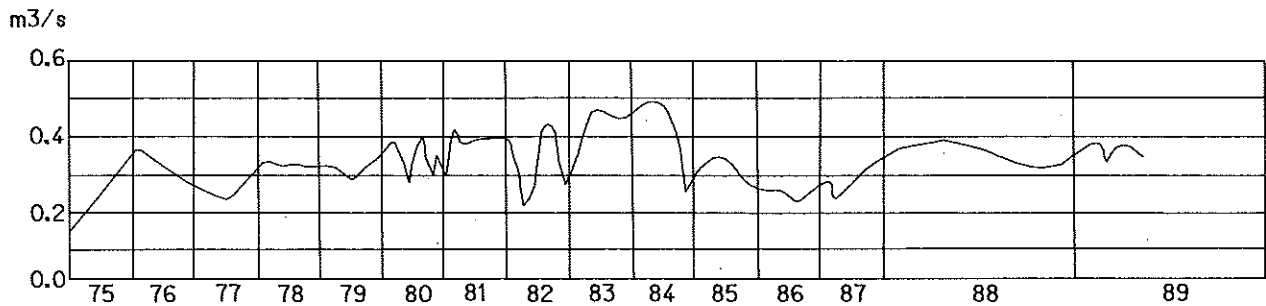
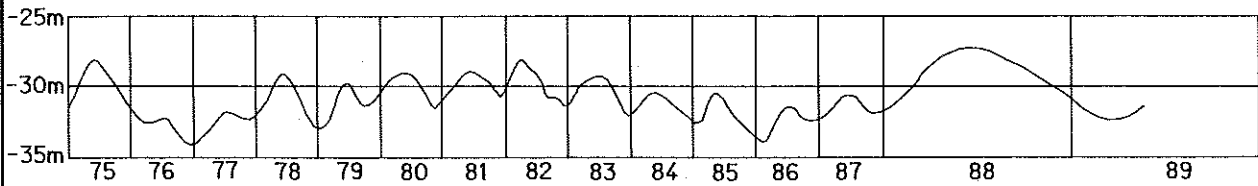


Figure 17 :

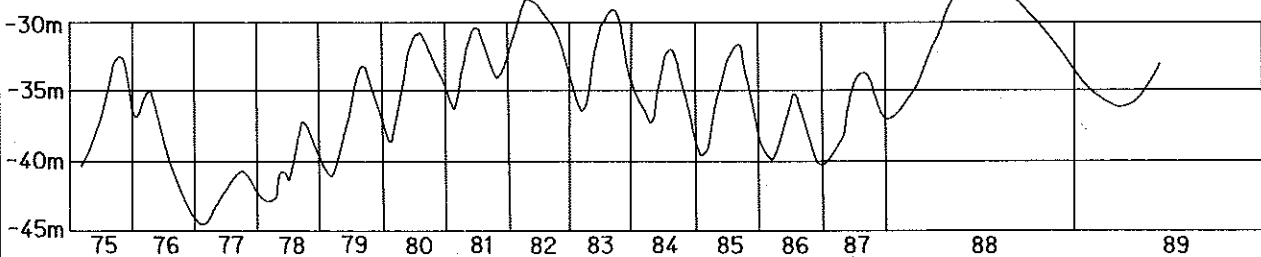


EVOLUTION DU DEBIT DE LA SOURCE DE SAINT LAURENT

MOTTEVILLE - Indice national BRGM 76-2-4



CATENAY - Indice national BRGM 77-7-8



VARIATION DE PROFONDEUR DE DEUX NAPPES SOUTERRAINES  
LIBRES ET ETENDUES

Extrait du bulletin hydrologique no 39

On peut signaler également l'action des marées sur les piézomètres placés près de la côte ou le long de la Seine. Celles-ci se font sentir jusqu'au barrage de Poses sur une centaine de mètres de chaque côté du lit. Le marnage est de 2 à 3 mètres et il influe directement sur le niveau de la nappe alluviale.

## **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 (E.T.R.), le ruissellement et l'infiltration.

L'E.T.R. annuelle a été évaluée dans la première partie de cette notice au chapitre 3. Sur le territoire du département de la Seine-Maritime, elle est de l'ordre de 470 mm  $\pm$  50 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 : 300 mm sur le littoral et dans la vallée de la Seine, plus de 400 mm au centre du Pays de Caux.

La pluie efficace se partage entre ruissellement et infiltration. Le ruissellement est en général peu abondant dans les bassins de la craie à l'échelle d'un cycle hydrologique. Par contre, lors d'un orage violent, le ruissellement peut être abondant, parfois même catastrophique pendant quelques heures sur des surfaces restreintes comme on l'a constaté sur la haute vallée du Cailly le 31 mai 1981.

Il est alors fréquent que ces eaux pluviales soient captées par des bétouilles, 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.

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

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.

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

### **1.2.2 Ecoulement 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. Contrairement au karst qui se développe dans la craie non saturée (grottes de Caumont, grottes de Villequier), le karst noyé n'est pas facilement explorable. Son étude est faite essentiellement sur la base d'expériences de coloration qui démontrent la relation souterraine entre un point d'absorption et un point de restitution.

Dans le Pays de Caux et la vallée de la Seine, 82 expériences de traçage se sont révélées positives. Leurs résultats sont rassemblés dans le tableau n° 8, les points d'injection et de répartition du traceur ainsi que la direction d'écoulement sont figurés sur la carte à 1/100000.

Les distances parcourues et les vitesses moyennes de circulation sont considérables (360 m/h sur 2,4 km, 200 m/h sur 10,5 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.

### **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'Andelle, la Bresle, la Béthune, la basse vallée de la Seine.

# COLORATIONS POSITIVES

| POINTS D'INJECTION |                              |                               |                           |                         |                    |                   |                        |                     |                   | POINTS DE REAPPARITION |                        |                                      |                                      |                                       |                                                  |                                     |                         |                                  |                    | RESULTATS             |                   |                      |                 |                                         |
|--------------------|------------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|------------------------|---------------------|-------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|-----------------|-----------------------------------------|
| Réf. Carte         | Département Commune          | Désignation                   | Coordonnées X (km) Y (km) | Situation Topographique | Géologie           | Cote du sol (NGF) | Cote de la nappe (NGF) | Date Heure          | Tracé/Poids (kg)  | Débit (l/s)            | Département Commune    | Désignation                          | Coordonnées X (km) Y (km)            | Indice BRGM                           | Géologie                                         | Cote de la nappe (NGF)              | Débit (l/s)             | Date Heure                       | Observation Durée  | Distance (m)          | Pente (%)         | Temps de passage (h) | Vitesse (m/h)   | Opérateurs Références                   |
| 1                  | 76-Criqueville-le-Mauconduit | Bétoire distillerie           | 471,43<br>234,10          | Bord VS Manche          | Sénonien           | +95,00            | +50,30                 | 21/11/72<br>17h45   | FL - 2,5          | 12 m3/h                | 76-St-Pierre-des-Ports | S littorale de Vaurain               | 466,01<br>237,01                     | 57-2-36                               | Sénonien                                         | +3,00                               | 80                      | 22/11/72<br>14h15                | Visible à l'œil nu | 4525                  | 2,1               | 20 h 30              | 220             | BRGM Panel                              |
| 2                  | 76-Yport                     | Puisard camping               | 454,92<br>227,77          | VS Yport                | C<br>Turonien      | +30,00            | <20,00                 | 05/10/76            | PFI - 10          |                        | 76-Yport               | S littorales Les Fontaines           | 454,70<br>237,01                     | 56-8-5<br>6<br>7                      | C<br>Turonien                                    | +3,00                               | Moyen<br>1500           | 06/10/67                         | Floccapteur        | 1100 à<br>1400        | 2,3 à<br>2,4      | 27 maxi              | > 50            | BRGM Roux, Martin<br>R68SGL&PNO         |
| 3                  | 76-Yport                     | F Bois de la Vierge           | 454,74<br>227,50          | VS Yport                | C<br>Turonien      | +35,10            | +3,00                  | 28/11/73            | FI - 1            | 4 m3                   | 76-Yport               | S littorales Les Fontaines           | 454,70<br>237,01                     | 56-8-5<br>6<br>7                      | C<br>Turonien                                    | +3,00                               | Moyen<br>1500           | 28/11/73                         | Visible à l'œil nu | 1400 à<br>1700        | 2,2 à<br>2,3      | 5 à<br>6 h 30        | 250 à<br>280    | BRGM Panel                              |
| 4                  | 76-Genville                  | Puits du château              | 455,13<br>223,34          | Yport                   | C<br>Sénonien      | +116,00           | +17,55                 | 05/02/74            | FI - 2            | 18 m3                  | 76-Yport               | S littorales F ville du Havre        | 454,51<br>228,87<br>454,74<br>227,50 | 56-8-6<br>58-8-42                     | C<br>Turonien                                    | +3,00                               | Moyen<br>1500           |                                  | Floccapteur        | 5600<br>4200          | 2,1<br>1,9        | 194                  | 29<br>22        | BRGM Panel                              |
| 5                  | 76-Goderville                | Bétoire Sta. épur.            | 457,88<br>217,48          | P Yport                 | C<br>Sénonien      | +110,00           | +65,00                 | 23/05/77<br>15h00   | FI - 10           | 10 m3                  | 76-Yport               | F ville du Havre                     | 454,74<br>227,50                     | 58-8-42                               | Sénonien                                         | +3,00                               |                         | 25/05/77<br>18 h 00              | Floccapteur        | 10500                 | 0,7               | 51                   | 206             | BRGM Holé                               |
| 6                  | 76-Bretteville               | Bétoire                       | 459,36<br>219,71          | Talweg Yport            | C<br>Sénonien      | +102,00           | +55,00                 | 24/06/77<br>12 h 00 | FI - 6            | 30 m3                  | 76-Yport               | F ville du Havre                     | 454,74<br>227,50                     | 58-8-42                               | Sénonien                                         | +3,00                               |                         | 27/06/77<br>14 h 00              | Floccapteur        | 9100                  | 0,7               | 74                   | 123             | BRGM Holé                               |
| 7                  | 76-Les Loges                 | Puisard Linerie               | 451,70<br>224,96          | P Manche                | C<br>Sénonien      | +108,00           | +15,00                 | 19/09/77<br>11 h 30 | FI - 6            | 15 m3                  | 76-Vattetot            | Piezomètre Y. du Havre               | 452,36<br>227,57                     | 56-8-47                               | Sénonien<br>Turonien                             | +3,00                               |                         | 06/10/77<br>9 h 00               | Floccapteur        | 2800                  | 2,4               | 414                  | 7               | BRGM Holé                               |
| 8                  | 76-Criqueville-l'Esneval     | Puisards communaux            | 450,21<br>217,87          | P Etréat                | Sables Tertiaires  | +111,00           | +70,00                 | 16/03/70            | FI - 15 Solution  | 27 l/h                 | 76-Yport               | F-SAEP                               | 454,70<br>226,81<br>446,00<br>224,55 | 56-8-5<br>56-8-6<br>56-8-6<br>74-3-15 | Cénomanien<br>Sénonien<br>Sénonien<br>Cénomanien | +1,40<br>+70,00<br>+70,00<br>+45,00 | 144<br>50<br>76         | 22/03/70<br>06/04/70<br>01/04/70 | Floccapteur 2 mois | 11600<br>8400<br>6600 | 0,9<br>0,5<br>1,0 | 144<br>504<br>384    | 125<br>16<br>17 | BRGM Roux, Pascaud<br>R7/USGN220PNO     |
| 9                  | 76-Villequier-Thiquerville   | Perte du ruisseau             | 476,90<br>201,79          | P                       | C<br>Sénonien      | +80,00            |                        | 09/04/84<br>10 h00  | Uranine           | 10                     | 76-Norville            | S SAEP du Hammetot                   | 478,53<br>200,36                     | 99-4-62                               | Coniacien                                        | +4,00                               | 25                      |                                  | Visible à l'œil nu | 2200                  | 3,4               | < 29                 | 76              | M. LISSE à Petville                     |
| 10                 | 76-Angerville-Bailleul       | Bétoire naturelle             |                           | VS Garzeville           | L-C<br>Turonien    | +80,00            |                        | 02/08/72            | FI                | 30<br>24 h             | 76-Bec-de-Montagne     | S de la Garzeville                   | 464,02<br>224,26                     | 57-6-53                               | C<br>Turonien                                    | +52,00                              |                         | 03/08/72<br>8 h 00               | Visible à l'œil nu | 3750                  | 0,7               | < 16                 | 230             | BRGM Roux, Triat                        |
| 11                 | 76-Doudeville                | Bétoire                       | 466,44<br>227,20          | VS Durdent              | L-AS-C<br>Sénonien | +100,00           | +70,00                 | 01/12/70<br>11 h 15 | FI - 10           | 16                     | 76-Carville-Berville   | S du château                         | 477,57<br>231,08                     | 57-8-48                               | Sénonien                                         | +28,90                              | 680                     | 03/12/70                         | Floccapteur 1 mois | 9750                  | 0,7               | < 48                 | > 191           | BRGM Roux, Aris                         |
| 12                 | 76-Fauville-en-Caux          | Bétoire de la distillerie     | 474,32<br>220,15          | VS Durdent              | L-AS-C<br>Sénonien | +120,00           | +100,00                | 06/03/72<br>12 h 00 | FI - 10 Solution  | 3<br>48 h              | 76-Héricourt-en-Caux   | S cressonnrière S moulin bleu        | 484,35<br>222,63<br>481,74<br>222,26 | 57-8-52<br>57-8-51                    | Turonien<br>Turonien                             | +60,00<br>+60,00                    | 101<br>42               | 16/04/72<br>05/72                | Floccapteur 2 mois | 7900                  | 0,8               | 40 à 65 jours        | 5 à<br>9,4      | BRGM Panel, Roux<br>R72SGN181PNO        |
| 13                 | 76-Fauville-en-Caux          | Bétoire lotissement           |                           | P Valmont               | C<br>Sénonien      | +115,00           | +85,00                 | 10/12/73            | FI - 5            | 90 m3                  | 76-Valmont             | S-SAEP                               | 469,20<br>288,08                     | 57-5-5                                | Turonien                                         | +54,47                              | 206                     | 12/12/73                         | Floccapteur        | 10500                 | 0,6               | < 196                | > 53            | BRGM Panel                              |
| 14                 | 76-Hautot-St-Sulpice         | Bétoire lotissement           |                           | VS Durdent              | C<br>Sénonien      | +135,00           | +90,00                 | 27/03/75<br>9 h 30  | FI - 3            | 6 m3                   | 76-Héricourt-en-Caux   | S-SAEP Yvetot Nord                   | 481,91<br>223,00                     | 57-6-7                                | Sénonien                                         | +65,00                              |                         |                                  | Visible à l'œil nu | 3300                  | 2,1               | 11                   | 300             | Labo. ville de Rouen                    |
| 15                 | 76-Yvetot                    | Bétoire route de Valquerville |                           | P Randon                | L-C<br>Sénonien    | +135,00           | +135,00                | 23/11/67<br>8 h 30  | FI - 10 dilué 1/3 | 5 - 6                  | 76-St-Wandille Randon  | S de la Randon S du manoir de Perroy | 485,66<br>206,29<br>485,70<br>206,46 | 76-5-21<br>22<br>76-5-23              | Sénonien<br>Sénonien                             | +8,75<br>+8,50                      | 500 à<br>700<br>20 à 30 | 25/11/67<br>10 h env.            | Visible à l'œil nu | 8000                  | 1,8               | 46                   | 170             | Coutris Labo. ville de Paris la 1201/68 |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silex, C = Craie.  
FI = Fluorescéine, F = Forage, S = Sources captées, SAEP = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

## COLORATIONS POSITIVES

| POINTS D'INJECTION |                          |                                       |                           |                       |                     |                   |                        |                     |                                 | POINTS DE REAPPARTITION |                                      |                           |                                      |                            |                      |                        |                      |                       |                                            | RESULTATS              |            |                      |               |                                      |
|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|------------------------|---------------------|---------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------------------------|------------------------|------------|----------------------|---------------|--------------------------------------|
| Réf. Carte         | Département Commune      | Désignation                           | Coordonnées X (km) Y (km) | Situation Topographie | Géologie            | Cote du sol (NGF) | Cote de la nappe (NGF) | Date Heure          | Traceur Poids (kg)              | Débit (l/s)             | Département Commune                  | Désignation               | Coordonnées X (km) Y (km)            | Indice BRGM                | Géologie             | Cote de la nappe (NGF) | Débit (l/s)          | Date Heure            | Observation Durée                          | Distance (m)           | Pente (%)  | Temps de passage (h) | Vitesse (m/h) | Opérateurs Références                |
| 16                 | 76-St-Marie-des-Champs   | Bétoir                                |                           | P Rangon              | C Turonien          | +140,00           | +80,00 env.            | 25/03/74            | FI                              |                         | 76-St-Marie-des-Champs               | S de la Rangon            | 485,90<br>205,72<br>485,96<br>206,29 | 76-5-20<br>76-5-21         | Sénonien             | +6,00<br>+8,75         | 500<br>500           | 29/03/74              | Visible à l'œil nu                         | 8550 à 9000            | 1,6<br>1,5 | 77 h 30              | 115           | BRGM Panel                           |
| 17                 | 76-Croixmare             | Bétoir                                |                           | P Rangon              | C Sénonien          | +155,00           | +100,00 env.           | 18/01/74            | FI - 2,5                        | 34 m3                   | 76-St-Marie-des-Champs               | S de la Rangon            | 485,90<br>205,72<br>485,96<br>206,29 | 76-5-21<br>76-5-23         | Sénonien             | +6,75<br>+8,50         | 500 à 700<br>20 à 30 | 22/01/74              | Fuocapteur                                 | 8950                   | 1,6        | 76                   | 118           | BRGM Panel                           |
| 18                 | 76-Bréauté               | Bétoir et épuratoire                  |                           | P Commerces           | C Sénonien          | +107,00           |                        | 27/03/74            | FI - 0,5                        |                         | 76-Lillebonne                        | F Le Bequet               | 488,54<br>205,08                     | 76-6-138                   | Cénomani-<br>en      | +7,26                  |                      | 16/04/74              | Fuocapteur                                 | 13750                  | 0,7        | < 456                | > 30          | BRGM Panel                           |
| 19                 | 76-Lillebonne            | F-AEP du Bequet                       | 488,54<br>205,08          | VH Commerces          | C Turonien          | +10,00            | +7,26                  | 04/04/73            | FI - 5                          | 8 m3                    | 76-Lillebonne                        | S de la Tourlière         |                                      | 76-6-131                   |                      |                        |                      | 04/04/73              | Visible à l'œil nu                         | 825                    |            | 5                    | 165           | BRGM Panel                           |
| 20                 | 76-St-Laurent-de-Bréauté | Fond de vallée sèche                  |                           | VS St-Laurent         | L+C Cénomani-<br>en |                   |                        | 28/11/72            | FI - 1,25                       | 69 Refou-<br>lement     | 76-St-Laurent-de-Bréauté             | S du St-Laurent           | 449,32<br>205,38                     | 74-7-197<br>196            | Cénomani-<br>en      | +38,00                 |                      |                       |                                            | 600                    | 1,2        | < 24                 | > 25          | BRGM<br>Trenbert<br>73SGN/4PNO       |
| 21                 | 76-Epreux                | Bétoir SNCF                           |                           |                       |                     |                   |                        | 23/03/49            | FI                              |                         | 76-Epreux                            | Puits de l'Érifer         | 454,69<br>206,09                     | 74-8-12                    | Sénonien<br>Turonien | +38,40                 |                      |                       |                                            | 2500                   | 1,2        | < 17 h 45            | > 147         | SNCF<br>Nicoleco                     |
| 22                 | 76-Limézy                | Bétoir Mainière Effluents du Commerce |                           | P Austre-<br>berthe   | L+C Sénonien        | +145,00           | +100,00 env.           | 23/05/69<br>15 h 15 | FI - 3 Solution                 |                         | 76-Limézy                            | S du Salméac SAEF         | 488,45<br>210,43<br>499,20<br>209,99 | 76-7-21<br>76-7-24         | Cénomani-<br>en      | +72,50<br>+71,00       |                      | 24/05/69<br>11 h env. | Visible à l'œil nu<br>+ Fuocapteur         | 3000                   | 2,3        | 23                   | 130           | Bouvet<br>Labo.<br>ville de<br>Rouen |
| 23                 | 76-Clincampoix           | Pertes                                |                           | P Cally Robec         | Sénonien            | +165,00           |                        |                     | FI                              |                         | 76-Fontaine-le-Bourg                 | S grd Tendos              | 512,47<br>207,68                     | 77-5-40                    | Turonien             | +75,00                 | 135                  |                       |                                            | 4000 à 6000            | 2,0        |                      | 195 à 292     | Fortin                               |
| 24                 | 76-Isneville             | Puits Vert Galant                     |                           | P Robec               | C Sénonien          | +167,00           |                        | 09/69               | FI - 10                         |                         | 76-Fontaine-sous-Préaux              | S ville Rouen             | 515,19<br>198,89                     | 100-1-154<br>155           | Cénomani-<br>en      | +69,00                 |                      |                       |                                            | 2400                   | 4,2        |                      | 380           | BRGM Roux,<br>Pascual                |
| 25                 | 76-Bihorel               | Puits absorbant 2 ZAC du Chapitre     |                           | VS Robec              | AS+C Sénonien       | +143,00           | +70,00                 | 06/11/72<br>10 h 00 | FI - 5 Dilués dans 8 vol. d'eau | 19                      | 76-St-Marie-du-Vivier<br>76-Darnétal | S Godallier Cressonnières | 514,05<br>198,48<br>514,26<br>196,29 | 100-1-70<br>72<br>100-1-66 | Turonien             | +50,00<br>+31,73       | 98<br>10             | 09/11/72              | Visible à l'œil nu<br>2 jours + Fuocapteur | 1520 env.<br>2700 env. | 6,1<br>4,1 |                      | 100           | BRGM Roux,<br>Fortin<br>72SGN PNO    |
| 26                 | 76-St-Aubin-Epinay       | F6 B5                                 |                           | VS Aubette            | C Turonien          | +122,00           |                        | 26/07/74<br>9 h 15  | FI - 2,5                        | 16 m3                   | 76-St-Aubin-Epinay                   | S Slackier, Archevêque    | 515,92<br>196,89                     | 100-2-28                   | Turonien sup.        | +50,00                 | 8 à 27               | 27/07/74<br>19 h 00   | Visible + Fuocapteur                       | 2600                   | 2,8        | 10                   | 260           | BRGM Roux,<br>Trenbert               |
| 27                 | 76-Boos                  | Puisard Aérodrôme                     |                           | P Seine               | C Sénonien          | +155,00           |                        | 02/10/70<br>14 h 30 | FI - 15 Solution                | 12                      | 76-Elbeuf                            | S Bequet SAEF Boos        | 513,14<br>187,00                     | 100-5-96                   | Turonien             | +28,05                 | 28                   | 04/10/70<br>16 h 00   | Visible + Fuocapteur                       | 3350                   | 3,9        | 52 h 30              | 70            | BRGM Roux,<br>Pascual                |
| 28                 | 76-Boos                  | F dressal                             |                           | VS Andelle            | C Sénonien          | +115,00           | +60,00                 | 19/04/77<br>14 h 30 | FI - 4                          | 90 m3/h<br>2 h          | 76-Romilly-sur-Andelle               | S Abima SAEF Poses        | 520,69<br>181,45                     | 100-6-10                   | Turonien             | +11,00                 | 9                    | 23/04/77<br>2 h env.  | Visible + Fuocapteur                       | 7000                   | 1,5        | 84                   | 83            | BRGM De La<br>Oulière                |
| 29                 | 76-Elbeuf                | F des Ecanes                          | 516,42<br>187,71          | VS Seine              | C Conla-<br>dien    | +25,80            | +12,55                 | 09/70               | Boue du forage                  |                         | 76-Elbeuf                            | S du Mont Dure            | 502,47<br>177,35                     | 123-4-89                   | Conla-<br>dien       | +13,04                 | 60                   |                       | Visible à l'œil nu                         | 540                    | 2,3        | 1                    | 540           | BRGM Roux<br>70SGN/6PNO              |
| 30                 | 27-St-Ouen-du-Tilleul    | Puisard loissement                    |                           | VS Seine              | C Conla-<br>dien    | +123,00           |                        | 23/02/72            | FI - 5 Dilués                   |                         | 76-Elbeuf                            | S du Mont Dure            | 502,47<br>177,35                     | 123-4-89                   | Conla-<br>dien       | +13,04                 | 60                   |                       | Visible + Fuocapteur                       | 2300                   | 4,8        | 51                   | 46            | BRGM Roux<br>70SGN/6PNO              |
| 31                 | 76-Les Essarts           | Bétoir du val Calouel                 |                           | P                     | L+C Sénonien        | +125,00           |                        | 20/03/65<br>16 h    | FI - 3                          | I                       | 76-Moulineux                         | S ville Rouen             | 499,64<br>193,37                     | 99-7-163<br>164            | Sénonien             | +4,77<br>+4,62         |                      | 24/03/65<br>19 h 00   | Visible à l'œil nu                         | 6800                   | 1,7        | 98                   | 70            | Janet Labo<br>V. de Paris            |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silex, C = Craie, FI = Fluorescène, F = Forage, S = Sources captées, SAEF = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

# COLORATIONS POSITIVES

| POINTS D'INJECTION |                        |                      |                           |                         |               |                   |                        |                      |                    |             |                            | POINTS DE REAPPARITION |                                          |              |                    |                        |             |                      |                   |              |                   | RESULTATS            |               |                                 |             |    |    |   |  |
|--------------------|------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|---------------|-------------------|------------------------|----------------------|--------------------|-------------|----------------------------|------------------------|------------------------------------------|--------------|--------------------|------------------------|-------------|----------------------|-------------------|--------------|-------------------|----------------------|---------------|---------------------------------|-------------|----|----|---|--|
| Réf. Carte         | Département Commune    | Désignation          | Coordonnées X (km) Y (km) | Situation Topographique | Géologie      | Cote du sol (NGF) | Cote de la nappe (NGF) | Date Heure           | Traceur Poids (kg) | Débit (l/s) | Département Commune        | Désignation            | Coordonnées X (km) Y (km)                | Indice BRGM  | Géologie           | Cote de la nappe (NGF) | Débit (l/s) | Date Heure           | Observation Durée | Distance (m) | Débit-liaison (m) | Temps de passage (h) | Vitesse (m/h) | Opérateurs Références           |             |    |    |   |  |
| 32                 | 76-Quilleville sur-mer | Zone d'infiltration  | 498,81<br>244,51          | P                       | L/C Sénonien  | +35,00            | +7,00                  | 19/12/84             | Fl - 2             |             | 76-Quilleville sur-Mer     | F-SAEP                 | 498,93<br>244,93                         | 42-7-6       | L/C Sénonien       | +7,00                  |             | 28/01/85             |                   | 550          | 37<br>6,7 %       | 984                  | 0,6           | BRGM Eberantz<br>85 SGN 615 HNO |             |    |    |   |  |
| 33                 | 76-Envermeu            | Bétoire              | 523,13<br>124,62          | P                       | L/C Sénonien  | +137,00           | +50,00                 | 19/12/84<br>01/03/89 | Fl - 2             |             | 76-Envermeu                | S-SAEP                 | 521,79<br>244,97                         | 43-6-151     | L/C Sénonien       | +30,00                 |             | 28/01/85<br>03/03/89 |                   | 1750         | 107<br>6,1 %      | 984<br>48            | 1,8<br>40     | "<br>89 HNO 22                  |             |    |    |   |  |
| 34                 | 76-Blousserville       | Zone d'infiltration  | 240,40<br>488,64          | VH                      | Sénonien      | +45,00            | +15,00                 |                      |                    |             | 76-Blousserville           | F-SAEP                 | 488,49<br>240,90                         | 58-1-20      | Sénonien           | +15,00                 |             |                      |                   | 250          | 10<br>4 %         |                      |               | BRGM Eberantz<br>84 AGI 310 HNO |             |    |    |   |  |
| 35                 | 76-Epreville           | Puits absorbant      |                           | P                       | Sénonien      | +100,00           |                        | 15/07/83<br>10 h     | Fl - 3             |             | 76-Yport                   | F-AEP                  | 454,73<br>227,48                         | 58-8-45      | Sénonien           |                        | 595         | 18/07/83<br>14 h     |                   | 3625         | 66<br>1,6 %       | 72                   | 46            | BRGM Malton<br>83 HNO 031       |             |    |    |   |  |
|                    |                        |                      |                           |                         |               |                   |                        |                      |                    |             |                            | S-CAEP                 | 489,45<br>242,15                         | 42-5-1       | Sénonien           | +15,00                 |             |                      |                   |              |                   |                      |               |                                 | 25<br>1,4 % |    |    |   |  |
|                    |                        |                      |                           |                         |               |                   |                        |                      |                    |             |                            | S-CAEP                 | 456,35 à<br>455,57<br>229,09 à<br>229,58 | 58-8-26 à 31 | Sénonien           | +10,00                 |             |                      |                   |              |                   |                      |               |                                 | 8<br>0,2 %  | 72 | 59 | " |  |
| 36                 | 76-Criquebeuf en-Caux  | Fossé                | 456,20<br>228,41          | P                       | Sénonien      | +96,00            | +35,00                 | 19/12/84             | Fl - 2             |             | 76-Criquebeuf en-Caux      | S-CAEP                 | 456,35 à<br>455,57<br>229,09 à<br>229,58 | 58-8-26 à 31 | Sénonien           | +10,00                 | 16          | 28/01/85             |                   | 750          | 4<br>0,5 %        | 984                  | 1             | BRGM Eberantz<br>85 SGN 615 HNO |             |    |    |   |  |
| 37                 | 76-Thiéreville         | Fossé                | 468,84<br>227,00          | VS                      | AS/C Sénonien | +105,00           | +60,00                 | 24/10/85             | Fl - 2             |             | 76-Valmont                 | S-SAEP                 | 468,20<br>288,08                         | 57-6-5       | AS/C Sénonien      | +55,00                 |             | 07/11/85             |                   | 600          | 70<br>11,7 %      | 336                  | 2             | BRGM Holé<br>87 SGN 430 HNO     |             |    |    |   |  |
| 38                 | 76-Rantreville         | Pertes               | 498,00<br>233,95          | VS                      | AS/C Sénonien | +85,00            | +50,00                 | 28/03/86             | Fl - 2             | 0,5         | 76-Brachy                  | F-SAEP                 | 498,70<br>234,70                         | 58-3-22      | Sénonien           | +40,00                 |             | 06/04/86             |                   | 1800         | 55<br>3,1 %       | 216                  | 8             | "<br>"                          |             |    |    |   |  |
| 39                 | 76-Rantreville         | Ancien puits 58-3-15 | 498,55<br>234,05          | VS                      | L/C Sénonien  | +68,00            | +45,00                 | 13/04/87             | Fl - 1             |             | 76-Brachy                  | F-SAEP                 | 499,70<br>234,70                         | 58-3-22      | Sénonien           | +40,00                 |             | 17/04/87             | 15 jours          | 1100         | 20<br>1,8 %       | 96                   | 12            | "<br>"                          |             |    |    |   |  |
| 40                 | 76-Val-de-Saône        | Décharge             | 501,00<br>225,83          | VS                      | AS/C Sénonien | +95,00            | +75,00                 | 07/01/86             | Fl - 2             |             | 76-St-Pierre de-Bénouville | F-SAEP                 | 500,26<br>225,96                         | 58-7-6       | Sénonien           | +68,00                 |             | 23/03/86             |                   | 1350 à 700   | 50                |                      | 1             | "<br>"                          |             |    |    |   |  |
| 41                 | 76-Beauval en-Caux     | Bétoire              | 504,51<br>227,31          | VS                      | Sénonien      | +107,00           | +100,00                | 15/05/85             |                    |             | 76-Beauval en-Caux         | F-SAEP                 | 504,75<br>277,75                         | 58-8-46      | Sénonien           | +95,00                 |             | 17/05/85             | 10 jours          | 500          | 7<br>1,4 %        | 48                   | 125           | BRGM Eberantz<br>85 SGN 615 HNO |             |    |    |   |  |
| 42                 | 76-Beauval en-Caux     | Bétoire              | 204,62<br>226,22          | VS                      | Sénonien      | +118,00           | +105,00                | 19/12/84             |                    |             | 76-Beauval en-Caux         | F-SAEP                 | 504,75<br>227,75                         | 58-8-46      | Sénonien           | +95,00                 |             | 20/12/84<br>11 h 30  |                   | 1500         | 18<br>1,2 %       | 24                   | 63            | "<br>"                          |             |    |    |   |  |
| 43                 | 76-Cuiverville         | Bétoire              | 453,11<br>216,76          | P                       | Sénonien      | +83,00            | +55,00                 |                      |                    |             | 76-Cuiverville             | F-SAEP                 | 450,27<br>221,55                         | 74-3-72      | Sénonien           | +25,00                 |             |                      |                   | 4125         | 45<br>1,1 %       |                      |               | BRGM Eberantz<br>84 AGI 310 HNO |             |    |    |   |  |
| 44                 | 76-Fauville en-Caux    | Bétoire              | 473,30<br>218,52          | P                       | AS/C Sénonien | +105,00           | +95,00                 | 18/02/87             | Fl - 4             | 3,5         | 76-Valmont                 | S-SAEP                 | 468,20<br>288,08                         | 57-6-5       | AS/C Sénonien      | +55,00                 |             | 26/02/87             |                   | 10,5 km      | 65                | 192                  | 54            | BRGM Holé<br>87 SGN 430 HNO     |             |    |    |   |  |
| 45                 | 76-Enironville         | Bétoire              | 480,08<br>219,32          | VS                      | AS/C Sénonien | +108,00           | +85,00                 | 09/10/87             | Fl - 1             | 2 - 3       | 76-Héricourt en-Caux       | S-SAEP                 | 481,91<br>225,00                         | 57-8-7       | +65,00<br>Sénonien |                        |             | 13/10/87             | 3 jours           | 4900         | 48<br>1,1 %       | 136                  | 32            | BRGM Holé<br>87 SGN 681 HNO     |             |    |    |   |  |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silex, C = Craie.  
 Fl = Fluorescène, F = Forage, S = Sources captées, SAEP = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

# COLORATIONS POSITIVES

| POINTS D'INJECTION |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    | POINTS DE REAPPARTITION |                            |             |                           |             |          |                        |             |            |                   | RESULTATS    |                     |                      |               |                                 |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------|-------------------|------------------------|------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|-------------|---------------------------|-------------|----------|------------------------|-------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|----------------------|---------------|---------------------------------|
| Réf. Carte         | Département Commune     | Désignation              | Coordonnées X (km) Y (km) | Situation Topographie | Géologie      | Cote du sol (NGF) | Cote de la nappe (NGF) | Date Heure | Traceur Poids (kg) | Débit (l/s)             | Département Commune        | Désignation | Coordonnées X (km) Y (km) | Indice BRGM | Géologie | Cote de la nappe (NGF) | Débit (l/s) | Date Heure | Observation Durée | Distance (m) | Dénivel- lation (m) | Temps de passage (h) | Vitesse (m/h) | Opérateurs Références           |
| 45                 | 76-Environville         | Bétoire                  | 480,08<br>219,32          | VS                    | AS/C Séronien | +108,00           | +85,00                 | 09/10/87   | FI - 1             | 2 - 3                   | 76-Environville            | F-SAEP      | 480,86<br>219,84          | 75-4-5      | Séronien | +80,00                 |             | 16/10/87   |                   | 1000         | 48<br>4,8 %         | 168                  | 6             | BRGM Holé<br>87 SGN 681 HNO     |
| 46                 | 76-Hautot St-Sulpice    | Bétoires                 | 484,74<br>220,58          | P                     | Séronien      | +130,00           | +95,00                 |            |                    |                         | 76-Hautot en-Caux          | S-SAEP      | 481,91<br>223,00          | 57-8-7      | Séronien | +55,00                 |             |            |                   | 3750         | 65<br>1,7 %         |                      |               | BRGM Eberentz<br>84 AGI 310 HNO |
| 47                 | 76-Hautot St-Sulpice    | Bétoires                 | 484,30<br>221,34          | P                     | Séronien      | +115,00           | +85,00                 |            |                    |                         | 76-Hautot en-Caux          | S-SAEP      | 481,91<br>223,00          | 57-8-7      | Séronien | +65,00                 |             |            |                   | 2750         | 55<br>2 %           |                      |               | SADE<br>84 AGI 310 HNO          |
| 48                 | 76-Arcéville St-Victor  | Bétoire                  | 500,67<br>219,13          | VS                    | Séronien      | +140,00           | +120,00                |            |                    |                         | 76-Bourdainville           | F-SAEP      | 500,65<br>221,22          | 58-7-53     | Séronien | +100,00                |             |            |                   | 2125         | 40<br>1,9 %         |                      |               | BRGM Eberentz<br>84 AGI 310 HNO |
| 49                 | 76-Fontaine la-Mallet   | Bétoires                 | 440,90<br>207,38          | VS                    | Séronien      | +52,00            | +40,00                 | 83         |                    |                         | 76-Fontaine la-Mallet      | S-CAEP      | 441,43<br>205,75          | 74-6-62     | Séronien | +26,00                 | 11          | 83         |                   | 1800         | 23<br>1,3 %         |                      |               | BRGM Eberentz<br>81 AGI 675 HNO |
| 50                 | 76-Epirot               | Efondre- ment            | 453,85<br>208,16          | P                     | L/C Séronien  | +102,00           | +55,00                 | 22/11/85   | FI - 2             |                         | 76-St-Laurent de-Brévedent | F-SAEP      | 450,85<br>205,97          | 74-9-25     | Séronien | +45,00                 |             | 28/01/85   | 21 jours          | 3250         | 52<br>1,6 %         | 1584                 | 2             | BRGM Eberentz<br>85 SGN 615 HNO |
| 51                 | 76-St-Aubin- Roulot     | Efondre- ment            | 454,21<br>205,78          | P                     | L/C Séronien  | +112,00           | +60,00                 | 22/11/84   | FI - 2             |                         | 76-St-Laurent de-Brévedent | F-SAEP      | 451,69<br>206,09          | 74-8-12     | Séronien | +45,00                 |             | 28/11/85   | 52 jours          | 2125         | 27<br>1,3 %         | 144                  | 15            | "                               |
| 52                 | 76-St-Aubin- Roulot     | Station épuration        | 454,26<br>204,29          | VS                    | L/C Séronien  | +85,00            | +55,00                 | 14/02/86   | 2                  | 1 - 2                   | 76-Rogerville              | S           | 451,21<br>202,68          | 74-8-19     | Céno     | +5,00                  |             | 03/12/84   | 7 jours           | 2075         | 37<br>1,8 %         | 284                  | 8             | "                               |
|                    |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    |                         | 76-Oudalle                 | F-SAEP      | 453,35<br>202,25          | 74-8-27     | Céno     | +11,00                 |             | 19/02/86   | 41 jours          | 3900         | 47<br>1,2 %         | 120                  | 32            | BRGM Holé<br>86 HNO 50          |
|                    |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    |                         | 76-Oudalle                 | F-SAEP      | 453,02<br>202,23          | 74-8-3      | Céno     | +12,00                 |             | 19/02/86   | 41 jours          | 2300         | 41<br>1,8 %         | 120                  | 19            | "                               |
|                    |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    |                         | 76-Oudalle                 | F-SAEP      | 454,05<br>202,78          | 74-8-28     | Céno     | +23,00                 |             | 19/02/86   | 41 jours          | 2300         | 40<br>1,7 %         | 120                  | 19            | "                               |
|                    |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    |                         | 76-Oudalle                 | F-SAEP      | 454,05<br>202,78          | 74-8-28     | Céno     | +23,00                 |             | 19/02/86   | 41 jours          | 1500         | 23<br>1,5 %         | 120                  | 12            | "                               |
|                    |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    |                         | 76-La Cerlangue            | F-SAEP      | 459,00<br>200,92          | 98-1-7      | Céno     | +4,00                  |             | 13/03/88   |                   | 5300         | 48<br>0,9 %         |                      | 44            | "                               |
|                    |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    |                         | 76-La Cerlangue            | S           | 460,67<br>200,95          | 98-1-10     | Céno     | +4,00                  |             | 19/02/86   | 41 jours          | 6000         | 48<br>0,7 %         | 120                  | 57            | "                               |
| 53                 | 76-St-Romain de-Colbosc | Station épuration        | 456,83<br>203,81          | VS                    | L/C Séronien  | +75,00            | +55,00                 | 06/12/85   | 2                  | 1 - 2                   | 76-La Cerlangue            | S           | 460,67<br>200,95          | 98-1-10     | Céno     | +4,00                  |             | 10/12/85   | 23 jours          | 4500         | 51<br>1,1 %         | 96                   | 47            | "                               |
| 54                 | 76-Grand-Camp           | Bétoire                  | 474,10<br>208,24          | P                     | Séronien      | +148,00           | +95,00                 | 22/01/85   | FI - 2             |                         | 76-Lillebonne              | S-CAEP      | 470,82<br>205,25          | 75-7-29     | Céno     | +40,00                 | 280         | 28/01/85   | 21 jours          | 4500         | 115<br>2,6 %        | 168                  | 27            | BRGM Eberentz<br>85 SGN 615 HNO |
|                    |                         |                          |                           |                       |               |                   |                        |            |                    |                         | 76-Lillebonne              | F-SAEP      | 471,37<br>205,75          | 75-7-4      | Céno     | +45,00                 |             | 28/01/85   | 21 jours          | 3750         | 98<br>2,6 %         | 168                  | 22            | "                               |
| 55                 | 76-Grand-Camp           | Ancien puits de marnière | 474,24<br>207,15          | P                     | Séronien      | +104,00           | +95,00                 | 28/11/84   | FI - 2             |                         | 76-Lillebonne              | F-SAEP      | 471,37<br>205,75          | 75-7-4      | Céno     | +40,00                 |             | 07/01/87   |                   | 3000         | 90<br>3 %           | 960                  | 3             | "                               |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silex, C = Craie.  
FI = Fluorescéine, F = Forage, S = Sources captées, SAEP = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

# COLORATIONS POSITIVES

| POINTS D'INJECTION |                              |                          |                           |                       |                  |                   |                        |                   |                    | POINTS DE REAPPARTITION |                           |             |                           |             |          |                        |             |                 |                   | RESULTATS    |                  |                      |               |                                 |
|--------------------|------------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------|-------------------|------------------------|-------------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|-------------|---------------------------|-------------|----------|------------------------|-------------|-----------------|-------------------|--------------|------------------|----------------------|---------------|---------------------------------|
| Réf. Carte         | Département Commune          | Désignation              | Coordonnées X (km) Y (km) | Situation Topographie | Géologie         | Cote du sol (NGF) | Cote de la nappe (NGF) | Date Heure        | Traceur Poids (kg) | Débit (l/s)             | Département Commune       | Désignation | Coordonnées X (km) Y (km) | Indice BRGM | Géologie | Cote de la nappe (NGF) | Débit (l/s) | Date Heure      | Observation Durée | Distance (m) | Débit-laiton (m) | Temps de passage (h) | Vitesse (m/h) | Opérateurs Références           |
| 56                 | 76-Grand-Camp                | Bétoire                  | 474,22<br>206,94          | P                     | Sénonien         | +138,00           | +95,00                 | 28/11/84          | FI - 2             |                         | 76-Lillebonne             | S-CAEP      | 470,82<br>205,25          | 75-7-29     | Céno     | +40,00                 | 280         | 07/01/28        |                   | 3875         | 105<br>2,7 %     | 980                  | 4             | BRGM Eberantz<br>85 SGN 615 HNO |
| 57                 | 76-Maulévrier<br>St-Gertrude | Bétoire                  | 480,26<br>203,46          | VS                    | Sénonien         | +136,00           | +45,00                 | 15/09/85<br>17h30 |                    |                         | 76-St-Gertrude            | S-CAEP      | 482,65<br>205,80          | 75-8-19     | Sénonien | +10,00                 | 100         | 16/05/85<br>6 h |                   | 4375         | 116<br>2,7 %     | 12,5                 | 350           | "<br>"                          |
| 58                 | 76-St-Arnoult                | Zone d'in-<br>filtration | 477,00<br>208,96          | VS                    | Sénonien         | +72,00            | +40,00                 |                   |                    |                         | 76-St-Gertrude            | S-CAEP      | 481,94<br>106,37          | 75-8-25     | Sénonien | +15,00                 |             | 16/05/85<br>6 h |                   | 3500         | 126<br>3,6 %     | 12,5                 | 280           | "<br>"                          |
| 59                 | 76-Arqueterville             | Bétoires                 | 476,71<br>205,40          | P                     | Sénonien         | +143,00           | +80,00                 | 21/01/85          |                    |                         | 76-St-Arnoult             | F-SAEP      | 478,23<br>206,52          | 75-8-56     | Sénonien | +27,00                 |             |                 |                   | 1250         | 22<br>1,8 %      |                      |               | BRGM Eberantz<br>84 AGI 310 HNO |
| 60                 | 76-St-Arnoult                | Bétoire                  | 476,57<br>204,70          | P                     | Sénonien         | +130,00           | +80,00                 | 22/11/84          |                    |                         | 76-St-Arnoult             | F-SAEP      | 478,23<br>206,52          | 75-8-56     | Sénonien | +27,00                 |             | 28/01/85        | 21 jours          | 5250         | 128<br>2,4 %     | 168                  | 31            | "<br>"                          |
| 61                 | 76-St-Marie<br>des-Champs    | Station<br>épuration     | 488,90<br>214,65          | VS                    | AS/C<br>Sénonien | +115,00           | +40,00                 | 14/11/86          | FI - 2             |                         | 76-Rançon                 | S           | 485,77<br>208,17          | 76-5-23     | Sénonien | +6,00                  |             | 17/11/86        | 16 jours          | 9900         | 109<br>1,1 %     | 72                   | 152           | BRGM Jacquot<br>86 HNO 86       |
| 62                 |                              |                          |                           |                       |                  |                   |                        |                   |                    |                         | 76-St-Wandville<br>Rançon | S           | 487,00<br>204,64          | 76-5-18     | Sénonien | +10,00                 |             | 21/11/86        | 12 jours          | 10500        | 105<br>1 %       | 168                  | 118           | "<br>"                          |
| 63                 |                              |                          |                           |                       |                  |                   |                        |                   |                    |                         | 76-St-Wandville<br>Rançon | F-CAEP      | 487,66<br>204,92          | 76-5-112    | Sénonien | +112,00                |             | 21/11/86        | 12 jours          | 10000        | 98<br>0,9 %      | 168                  | 113           | "<br>"                          |
| 64                 |                              |                          |                           |                       |                  |                   |                        |                   |                    |                         | 76-La Folletière          | F-SAEP      | 488,00<br>208,44          | 76-5-115    | Sénonien | +19,00                 |             | 21/11/86        | 12 jours          | 6600         | 80<br>1,2 %      |                      | 74            | "<br>"                          |
| 65                 |                              |                          |                           |                       |                  |                   |                        |                   |                    |                         | 76-La Folletière          | F-SAEP      | 488,08<br>208,28          | 76-5-3      | Sénonien | +23,00                 |             | 21/11/86        | 12 jours          | 5400         | 75<br>1,4 %      | 163                  | 45            | "<br>"                          |
| 66                 | 76-Cideville                 | Puisard                  | 214,56<br>495,28          | P                     | Sénonien         | +132,00           | +105,00                |                   |                    |                         | 76-Limézy                 | F-SAEP      | 498,46<br>210,43          | 76-7-21     | Sénonien | +70,00                 |             |                 |                   | 4875         | 62<br>1,3 %      |                      |               | BRGM Eberantz<br>84 AGI 310 HNO |
| 67                 | 76-Limézy                    | Puisard                  | 497,76<br>213,32          | P                     | Sénonien         | +145,00           | +100,00                |                   |                    |                         | 76-Limézy                 | F-SAEP      | 498,46<br>210,43          | 76-7-21     | Sénonien | +70,00                 |             |                 |                   | 3000         | 70<br>2,3 %      |                      |               | SADE<br>84 AGI 310 HNO          |
| 68                 | 76-Limézy                    | Puisard                  | 498,16<br>212,00          | VS                    | Sénonien         | +125,00           | +85,00                 |                   |                    |                         | 76-Limézy                 | F-SAEP      | 498,46<br>210,43          | 76-7-21     | Sénonien | +70,00                 |             |                 |                   | 1750         | 50<br>2,9 %      |                      |               | BRGM Eberantz<br>84 AGI 310 HNO |
| 69                 | 76-St-André-<br>sur-Cailly   | Bétoire                  | 519,04<br>205,13          | VS                    | AS/C<br>Sénonien | +162,00           | +145,00                | 23/03/86          | FI - 2             |                         | 76-Fontaine<br>le-Bourg   | S-SAEP      | 515,80<br>207,34          | 77-6-6      | Sénonien | +94,00                 | 62          | 04/04/86        | 16 jours          | 3950         | 60<br>1,5 %      | 288                  | 14            | BRGM Hdlé<br>87 SGN 430 HNO     |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silex, C = Craie.  
FI = Fluorescéine, F = Forage, S = Sources captées, SAEP = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

# COLORATIONS POSITIVES

46

| POINTS D'INJECTION |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    | POINTS DE REAPPARITION |                        |             |                           |               |          |                        |             |                     |                   | RESULTATS    |                 |                      |               |                                 |
|--------------------|---------------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|--------------|-------------------|------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|------------------------|-------------|---------------------------|---------------|----------|------------------------|-------------|---------------------|-------------------|--------------|-----------------|----------------------|---------------|---------------------------------|
| Réf. Carte         | Département Commune       | Désignation       | Coordonnées X (km) Y (km) | Situation Topographie | Géologie     | Cote du sol (NGF) | Cote de la nappe (NGF) | Date Heure          | Traceur Poids (kg) | Débit (l/s)            | Département Commune    | Désignation | Coordonnées X (km) Y (km) | Indice BRGM   | Géologie | Cote de la nappe (NGF) | Débit (l/s) | Date Heure          | Observation Durée | Distance (m) | Débit-labor (m) | Temps de passage (h) | Vitesse (m/h) | Opérateurs Références           |
| 66                 | 76-St-André sur-Cailly    | Bétoire           | 519,00<br>205,46          | VS                    | ASC Sénonien | +154,00           | +140,00                | 23/03/87            | FI-2               |                        | 76-Fontaine-le-Bourg   | S-SAEP      | 518,80<br>207,34          | 77-6-6        | Sénonien | +94,00                 | 62          | 27/03/87            | 17 jours          | 3700         | 60<br>1,6 %     | 96                   | 88            | BRGM Holé<br>87 SGN 430 HNO     |
| 67                 | 76-Ducclair               | Bétoire           | 493,56<br>201,13          | P                     | L/C Sénonien | +70,00            | +15,00                 | 21/07/85            | FI-2               |                        | 76-Ducclair            | S-SAEP      | 494,16<br>199,82          | 99-2-29       | Sénonien | +2,50                  | 81          | 22/07/85            |                   | 1500         | 45<br>3 %       | 24                   | 63            | BRGM Eberentz<br>88 SGN 615 HNO |
| 68                 | 76-St-Paër                | Bétoire           | 494,50<br>203,35          | P                     | L/C Sénonien | +101,00           | +25,00                 | 22/11/84            | FI-2               |                        | 76-Ducclair            | S-SAEP      | 494,16<br>199,82          | 99-2-29       | Sénonien | +2,50                  | 81          | 23/11/84            | 10 jours          | 3250         | 76<br>2,3 %     | 24                   | 153           | "                               |
| 69                 | 76-Bardouville            | Station épuration | 497,80<br>193,79          | P                     | AIL          | +64,00            | +5,00                  | 27/11/84            |                    |                        | 76-Bardouville         | F-SAEP      | 497,92<br>193,50          | 99-3-72       | AIL      | +2,50                  |             | 10/07/85            |                   | 250          | 60<br>24 %      | 1056                 | 0,2           | "                               |
| 70                 | 76-St-Martin du-Vivier    | Bétoire           | 514,27<br>198,40          | P                     | Sénonien     | +153,00           | +70,00                 |                     |                    |                        | 76-St-Martin du-Vivier | S-SAEP      | 514,76<br>196,88          | 100-1-71      | Sénonien | +50,00                 |             |                     |                   | 1625         | 103<br>6,3 %    |                      |               | BRGM Eberentz<br>84 AGI 310 HNO |
| 71                 | 76-Franqueville St-Pierre | Puisard           | 515,42<br>188,86          | VS                    | Sénonien     | +117,00           | +55,00                 |                     |                    |                        | 76-St-Adrien           | S-SAEP      | 513,14<br>511,07          | 100-5-96      | Sénonien | +25,00                 |             |                     |                   | 300          | 87<br>29 %      |                      |               | "                               |
| 72                 | 76-Thuit-Sigrol           | Bétoire           | 499,00<br>176,41          | VS                    | ASC Sénonien | +120,00           | +50,00                 | 19/02/87            | FI-1               | 0,5                    | 76-Erbeuf              | S-SAEP      | 502,47<br>177,35          | 133-4-88      | Sénonien | +13,00                 | 56          | 02/03/87            |                   | 3600         | 60<br>1,7 %     | 312                  | 11,5          | BRGM Holé<br>87 SGN 881 HNO     |
| 73                 | 76-Limpville              | Bétoires          | 487,25<br>223,75          | P                     | C            | +121,00           | +46,00                 | 09/03/88<br>14 h 30 | FI-2               |                        | 76-Bec-de-Mortagne     | S           |                           |               |          |                        |             | 10/03/88<br>11 h    | 11 jours          | 3000         |                 | 24                   | 177           | BRGM Jacquot<br>88 HNO 22       |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Bec-de-Mortagne     | F-SAEP      | 484,10<br>224,02          | 57-6-70<br>81 | C        | +10,00                 |             | 11/03/88<br>11 h    | 10 jours          | 3600         | 51<br>1,3 %     | 48                   | 94            | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Bec-de-Mortagne     | S-SAEP      | 483,08<br>224,84          | 57-5-122      | L        | +5,00                  | 18          | 10/03/88<br>10 h 40 | 11 jours          | 4700         | 76<br>1,5 %     | 24                   | 229           | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Bec-de-Mortagne     | S           |                           |               |          |                        |             | 10/03/88<br>11 h    | 11 jours          | 5000         |                 | 24                   | 240           | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Bec-de-Mortagne     | S-SAEP      | 469,20<br>288,08          | 57-6-5        | C        | +2,00                  |             | 10/03/88<br>12 h    | 11 jours          | 5150         | 66<br>1,3 %     | 24                   | 224           | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Vaimont             | S           | 466,25<br>228,77          | 57-6-40       | AIL      | +4,00                  | 1           | 10/03/88<br>12 h 15 | 11 jours          | 5700         | 84<br>1,5 %     | 24                   | 270           | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Vaimont             | S           | 488,23<br>228,23          | 57-6-41       | I        | +5,00                  | 3           | 10/03/88<br>12 h 30 | 11 jours          | 8000         | 78<br>0,9 %     | 24                   | 370           | "                               |
| 74                 | 76-Gueuterville           | Puits             | 504,32<br>218,22          | VS                    | C            | +146,00           | +16,00                 | 23/02/89            | FI-2,5             |                        | 76-Bourdainville       | S-SAEP      | 500,42<br>221,13          | 58-7-8        | L        | +3,00                  | 41,7        | 09/03/89            |                   | 4850         | 46<br>0,9 %     | 263                  | 17,1          | BRGM Mathon<br>83 HNO 10        |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Bourdainville       | F-SAEP      | 500,65<br>221,22          | 58-7-53       | L        | +3,00                  |             | 09/03/89            |                   | 4750         | 46<br>1 %       | 283                  | 16,8          | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Bellevalle-en-Caux  | S-SAEP      | 502,50<br>222,49          | 58-7-31       | C        | +5,00                  | 96,9        | 09/03/89            |                   | 4500         | 46<br>1 %       | 283                  | 16,3          | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Bellevalle-en-Caux  | S           | 502,50<br>222,34          | 58-7-32       | C        | +5,00                  | 53,9        | 09/03/89            |                   | 4500         | 46<br>1 %       | 283                  | 15,9          | "                               |
|                    |                           |                   |                           |                       |              |                   |                        |                     |                    |                        | 76-Varennes            | S           | 500,81<br>221,09          | 58-7-7        | L        | +10,00                 | 66,1        | 09/03/89            |                   | 4500         | 46<br>1 %       | 283                  | 15,9          | "                               |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silice, C = Craie.  
FI = Fluorescène, F = Forage, S = Sources captées, SAEP = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

# COLORATIONS POSITIVES

| POINTS D'INJECTION |                            |                     |                           |                       |          |                   |                        |                     |                    |             | POINTS DE REAPPARITION              |                  |                                      |                                |                                |                        |             | RESULTATS                            |                      |              |                              |                      |               |                                |
|--------------------|----------------------------|---------------------|---------------------------|-----------------------|----------|-------------------|------------------------|---------------------|--------------------|-------------|-------------------------------------|------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|-------------|--------------------------------------|----------------------|--------------|------------------------------|----------------------|---------------|--------------------------------|
| Réf. Carte         | Département Commune        | Désignation         | Coordonnées X (km) Y (km) | Situation Topographie | Géologie | Cote du sol (NGF) | Cote de la nappe (NGF) | Date Heure          | Traceur Poids (kg) | Débit (l/s) | Département Commune                 | Désignation      | Coordonnées X (km) Y (km)            | Indice BRGM                    | Géologie                       | Cote de la nappe (NGF) | Débit (l/s) | Date Heure                           | Observation Durée    | Distance (m) | Développement (m)            | Temps de passage (h) | Vitesse (m/h) | Opérateurs Références          |
| 74                 | 76-Gueuterville            | Puits               | 504,32<br>218,22          | VS                    | C        | +146,00           | +16,00                 | 23/02/83            | FI-2,5             |             | 76-Val-de-Saône                     | S                | 500,96<br>220,94                     | 56-7-52                        | L                              | +10,00                 | 282,1       | 09/03/83                             |                      | 4600         | 46<br>1 %                    | 283                  | 16,3          | *                              |
| 75                 | 76-Marques                 | Zone d'infiltration |                           | VS                    | L        | +147,00           | +10,00                 | 22/01/85            | FI-2               |             | 76-Marques                          | S-SAEP           | 553,78<br>230,98                     | 60-3-27                        | C                              | +8,00                  | 56          | 23/01/85                             | 15 jours             | 200          | 10<br>5 %                    | 24                   | 8,3           | BRGM Eberantz<br>85 HNO 26     |
|                    | 76-Marques                 | Zone d'infiltration |                           | P                     | C        | +209,00           | +45,00                 | 22/01/85            | FI-2               |             | 76-Marques                          | S-SAEP           | 553,78<br>230,98                     | 60-3-27                        | C                              | +8,00                  | 56          | 25/02/85                             | 8 jours              | 2200         | 72<br>3,3 %                  | 816                  | 2,7           | *                              |
|                    | 76-Marques                 | Zone d'infiltration |                           | P                     | C        | +200,00           | +45,00                 | 22/01/85            | FI-2               |             | 76-Marques                          | S-SAEP           | 553,78<br>230,98                     | 60-3-27                        | C                              | +8,00                  | 56          | 25/05/85                             |                      | 1800         | 63<br>3,5 %                  |                      |               | *                              |
| 76                 | 76-St-Aubin-de-Cretot      | Lagunage Belloire   | 477,00<br>206,18          | VS                    | AS/C     | +132,00           | +72,00                 | 31/10/88<br>12 h    | FI-2               |             | 76-Caudéc-en-Caux<br>76-St-Gertrude | S-SAEP<br>S      | 482,82<br>205,82<br>481,73<br>206,42 | 75-6-19<br>75-6-20<br>21<br>22 | L                              | +5,00<br>+8,00         | 100         | 03/11/88                             | 18 jours<br>18 jours | 6000<br>5000 | 112<br>1,9 %<br>112<br>2,2 % | 72<br>72             | 84<br>70      | BRGM Jacquot<br>86 HNO 85<br>* |
| 77                 | 76-Yvetot                  | Station épuration   | 488,56<br>208,76          | VS                    | AS/C     | +100,00           | +16,50                 | 20/01/87<br>17 h    | FI-2               |             | 76-La Foletière<br>76-La Foletière  | F-SAEP<br>F-SAEP | 489,08<br>208,28<br>488,00<br>208,44 | 76-5-3<br>76-5-115             | C<br>C<br>Saronien<br>Saronien | +29,00<br>+19,00       |             | 22/10/87<br>22/10/87<br>10 h<br>10 h | 28 jours<br>28 jours | 40<br>800    | 80<br>64<br>8 %              | 48<br>48             | 1,2<br>16,6   | BRGM Jacquot<br>87 HNO 87<br>* |
|                    |                            |                     |                           |                       |          |                   |                        |                     |                    |             | 76-Rançon                           | S                | 485,77<br>205,17                     | 75-5-23                        | C<br>Saronien                  | +6,00                  |             | 22/10/87<br>10 h                     | 28 jours             | 4000         | 84<br>2,1 %                  | 48                   | 83            | *                              |
|                    |                            |                     |                           |                       |          |                   |                        |                     |                    |             | 76-St-Wandille<br>Rançon            | S                | 487,00<br>204,64                     | 75-5-18                        | C<br>Saronien                  | +10,00                 |             | 22/10/87<br>10 h                     | 28 jours             | 4500         | 90<br>2 %                    | 48                   | 93,7          | *                              |
|                    |                            |                     |                           |                       |          |                   |                        |                     |                    |             | 76-St-Wandille<br>Rançon            | F-CAEP           | 487,65<br>204,92                     | 76-5-112                       | C<br>Saronien                  | +112,00                |             | 22/10/87<br>10 h                     | 28 jours             | 4000         | 90<br>2,3 %                  | 48                   | 83,0          | *                              |
| 78                 | 76-St-Jacques-sur-Darnétal | Puits               | 515,82<br>194,08          | P                     | C        | +136,00           | +60,00                 | 07/10/87            | FI-2               | 60          | 76-Darnétal                         | S-CAEP           | 513,99<br>193,82                     | 100-1-151                      | L                              | +24,24                 |             | 20/10/87                             |                      | 1875         | 96<br>5,1 %                  | 312                  | 79            | BRGM Peckre<br>87 HNO 71<br>*  |
|                    |                            |                     |                           |                       |          |                   |                        |                     |                    |             | 76-Darnétal                         | S-CAEP           | 513,97<br>193,84                     | 100-1-152                      | L                              | +23,47                 | 109         | 20/10/87                             |                      | 1875         | 96<br>5,1 %                  | 312                  | 79            | *                              |
|                    |                            |                     |                           |                       |          |                   |                        |                     |                    |             | 76-St-Léger-du-Bourg-Denis          | F-CAEP           | 515,42<br>193,02                     | 100-1-55                       | All                            | +28,20                 |             | 20/10/87                             |                      | 1125         | 91<br>8 %                    | 312                  | 4,6           | *                              |
| 79                 | 76-Moulineaux              |                     | 499,20<br>183,27          | Coteau                | C        | +103,00           |                        | 03/04/87<br>19 h    | FI-1               |             | 76-Moulineaux                       | S-CAEP           | 499,64<br>183,38                     | 99-7-191                       | C                              | +65,00                 |             | 06/04/87                             | 17 jours             | 500          | 93<br>18,6 %                 | 60                   | 1,6           | BRGM Jacquot<br>87 HNO 35<br>* |
|                    | 76-Moulineaux              |                     | 499,65<br>183,25          | Coteau                | C        | +70,00            |                        | 14/05/87<br>14 h 45 | FI-1               |             | 76-Moulineaux                       | S-CAEP           | 499,64<br>183,38                     | 99-7-191                       |                                |                        |             | 16/05/87                             | 20 jours             | 250          | 60<br>24 %                   | 72                   | 0,8           | *                              |
| 80                 | 76-Les Grandes-Ventes      | Station épuration   | 519,60<br>209,25          | Tête de vallée        | C        | +120,00           | +80,00                 | 19/12/88            | FI-2               |             | 76-Torcy-le-Grand                   | P-SAEP           | 516,49<br>232,38                     | 59-2-40                        | C                              | +37,00                 |             | 24/01/89                             |                      | 3500         | 80<br>2,3 %                  | 840                  | 4,2           | BRGM Génin                     |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silex, C = Craie.  
FI = Fluorescéine, F = Forage, S = Sources captées, SAEP = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

# COLORATIONS POSITIVES

| POINTS D'INJECTION |                         |                        |                              |                          |               |                      |                           |                     |                          |                | POINTS DE REAPPARTITION       |                       |                              |                        |               |                              |                |                     |                      |                 | RESULTATS           |                         |                   |                          |
|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|--------------------------|---------------|----------------------|---------------------------|---------------------|--------------------------|----------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------------|------------------------|---------------|------------------------------|----------------|---------------------|----------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|-------------------|--------------------------|
| Ref.<br>Carte      | Département<br>Commune  | Désignation            | Coordonnées<br>X (km) Y (km) | Situation<br>Topographie | Géologie      | Cote du<br>sol (NGF) | Cote de la<br>nappe (NGF) | Date<br>Heure       | Traceur<br>Poids<br>(kg) | Débit<br>(l/s) | Département<br>Commune        | Désignation           | Coordonnées<br>X (km) Y (km) | Indice<br>BRGM         | Géologie      | Cote de la<br>nappe<br>(NGF) | Débit<br>(l/s) | Date<br>Heure       | Observation<br>Durée | Distance<br>(m) | Débit<br>litron (m) | Temps de<br>passage (h) | Vitesse<br>(m/h)  | Opérateurs<br>Références |
| 81                 | 76-Buchy                | Station<br>épuration   | 528,90<br>209,25             | P                        | C             | + 175,00             | + 55,00                   | 30/12/88            | FI - 3                   |                | 76-St-Germain-<br>des-Essours | F-SAEP                | 526,14<br>204,78             | 77-7-32                | C             | + 116,22                     |                | 22/01/89            |                      | 5500            | 55<br>1 %           | 600                     | 9,2               | BRGM Génin               |
| 82                 | 76-Bois-<br>l'Evêque    | bétoire                | 522,50<br>191,94             | P                        | C             | + 144,00             | + 115,00                  | 24/03/88<br>16 h 50 | Rhodamine<br>B - 1       |                | 76-St-Aubin-<br>Epinay        | F-SAEP                | 518,96<br>191,10             | 100-2-58               | L             | + 52,00                      |                | 25/03/88<br>13 h 10 |                      | 3920            | 88<br>2,5 %         | 20                      | 172               | Rico Univ.<br>1988       |
| 83                 | 76-Bois-<br>d'Ennebourg | bétoire                | 521,48<br>193,94             | Tête de<br>vallon        | C             | + 135,00             | + 100,00                  | 17/12/88<br>22 h 50 | FI - 3                   | 2              | 76-St-Aubin-<br>Epinay        | F-SAEP                | 518,96<br>191,10             | 100-2-58               | L             | + 52,00                      |                | 18/12/88<br>13 h 30 |                      | 3800            | 84<br>2,2 %         | 14                      | 260               | Rico Univ.<br>1988       |
| 84                 | 76-Montmain             | bétoire                | 520,68<br>190,72             | Tête de<br>vallon        | C             | + 120,00             | + 80,00                   | 18/12/87<br>14 h 00 | Rhodamine<br>B - 1       | 4              | 76-St-Aubin-<br>Epinay        | F-SAEP                | 518,96<br>191,10             | 100-2-58               | L             | + 52,00                      |                | 18/12/87<br>21 h    |                      | 1760            | 63<br>3,6 %         | 7                       | 251               | Rico Univ.<br>1988       |
| 85                 | 76-Bois-<br>d'Ennebourg | Puits<br>filtrant      | 521,77<br>192,24             | P                        | C             | + 145,00             | + 95,00                   | 18/12/87<br>15 h 00 | Lithium +<br>0,8         | 0,5            | 76-St-Aubin-<br>Epinay        | F-SAEP                | 518,96<br>191,10             | 100-2-58               | L             | + 52,00                      |                | 20/12/87<br>1 h 15  |                      | 3020            | 88<br>2,9 %         | 34                      | 88                | Rico Univ.<br>1988       |
| 86                 | 76-Préaux               | bétoire                | 519,57<br>197,10             | P                        | C             | + 142                | + 135,00                  | 07/03/88<br>15 h 35 | FI - 4                   |                | 76-St-Aubin-<br>Epinay        | F-SAEP                | 518,96<br>191,10             | 100-2-58               | L             | + 52,00                      |                | 08/03/88<br>15 h 15 |                      | 8200            | 79<br>1,3 %         | 24                      | 264               | Rico Univ.<br>1988       |
| 87                 | 76-Mesnil-<br>Racuit    | bétoire                | 521,16<br>188,58             | P                        | C             | + 152,00             | + 95,00                   | 24/03/88<br>15 h 35 | FI - 5                   |                | 27-Radeport                   | S                     | 525,37<br>183,86             | 100-7-48<br>49         | C             | + 21,00                      |                | 25/03/88            |                      | 6310            | 97<br>1,5 %         | 24                      | 300               | Rico Univ.<br>1988       |
| 88                 | 76-Bourgheroude         | Station<br>épuration   | 345,90<br>179,65             | P                        | C             | + 120,00             | + 60,00                   | 23/12/89            | FI - 2                   |                | 76-Moulineux                  | FS-CAEP               | 499,64<br>183,37             | 99-7-163<br>164<br>191 | C             | + 4,81                       |                | 23/01/89            |                      | 7000            | 112,6<br>1,6 %      | 744                     | 9,4               | BRGM Génin               |
| 5                  | 76-Goderville           | Bétoire A<br>Bétoire E | 457,88<br>217,48             | P                        | C<br>Sénonien | + 110,00             | + 65,00                   | 23/05/77<br>15 h    | Bactérien                |                | 76-Yport                      | F-Bois de<br>la Verge | 454,74<br>227,50             | 56-8-42                | C<br>Sénonien | + 3,00                       |                | 25/05/77            |                      | 10500           | 67<br>0,8 %         | 48                      | 276>V<br>>75      | Charrière<br>1985        |
|                    |                         |                        |                              |                          |               |                      |                           |                     |                          |                | 76-Yport                      | F-Bois de<br>la Verge | 454,74<br>227,50             | 56-8-42                |               |                              |                |                     | 840                  | 47<br>5,6 %     | 48                  | 85>V<br>>67             | Charrière<br>1986 |                          |

P = Plateau, VH = Vallée humide, VS = Vallée sèche, L = Limons, AS = Argile à silex, C = Craie.  
FI = Fluorescéine, F = Forage, S = Sources captées, SAEP = AEP de syndicat, CAEP = AEP communale.

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 s'écoule de la craie au contact des alluvions fines, ce sont des sources de débordement. Exemple : sources du Crevon à Saint-Germain-des-Essourts,
- ce sont des sources artésiennes lorsque les eaux se font un passage vers la surface à travers les dépôts qui les mettent en pression : sources de la Durdent à Héricourt, sources du Cailly à Cailly.

Lorsque le mur de la nappe constitué par les argiles du Gault et de la gaize cénomaniennes affleure au pied des coteaux, il se forme à la base de la craie une ligne de sources de déversement. La nappe de la craie est donc perchée par rapport à la nappe alluviale. Exemples : sources de Rouen en rive droite de la Seine (Gailor, Mont-Riboudet, Côte Sainte-Catherine...), sources du Havre et d'Harfleur, sources des coteaux de Bray.

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.

Parfois, il existe plusieurs sources temporaires en amont d'un exutoire pérenne. Elles débitent seulement lorsque la nappe est en hautes eaux. Exemple : sources de la Saône à Varvannes, sources de Sainte-Gertrude et de la Rançon.

Les falaises de la craie provoquent également l'émergence de sources de dépression souvent très importantes : sources littorales de Saint-Valéry-en-Caux, Veules-les-Roses, Yport, sources de la vallée de la Seine à Radicatel, Moulineaux, Elbeuf.

Ainsi, la plupart des types classiques de sources sont représentés sur le territoire du département de la Seine-Maritime, pour lequel plus de 600 dossiers ont pu être établis et archivés dans la Banque de données du Sous-Sol. Les débits de ces sources sont très variables d'un point à un autre, de quelques litres par seconde à plus d'un m<sup>3</sup> par seconde.

Cependant, les sources de la craie sont généralement peu importantes, 70 % d'entre elles ont un débit inférieur à 24 l/s, alors que seulement 10 % dépassent 100 l/s.

Les principales sources ou groupes de sources du département sont :

- source de la Veules à Veules-les-Roses - 42.5.1 - 600 l/s,
- sources de Fécamp - 57.5.118, 132, 133 - 720 l/s,
- sources de Valmont - 57.6.5, 35, 43, 76 - 340 l/s,
- sources de Bec-de-Mortagne - 57.6.63, 69, 71, 72, 77 à 79 - 550 l/s,
- source de Cany-Barville - 57.8.48 - 680 l/s,
- sources de l'Ambion et de la Sainte-Gertrude - 75.8.19 à 25 - 740 l/s,
- sources de la Rançon - 75.6.20 à 25 - 1 330 l/s,
- sources de Clères - 77.5.24 à 27 - 530 l/s,
- sources de Moulineaux - 99.7.130, 191 à 193 - 520 l/s,
- sources de Fontaine-sous-Préaux - 100.18.153 à 155 - 390 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. Pour les sources littorales s'ajoute l'influence de la marée, ce qui ne permet pas de connaître précisément les débits. Leur ordre de grandeur est le m<sup>3</sup>/s à Yport (56.8.5 à 8) ; 3 m<sup>3</sup>/s, entre Saint-Valéry-en-Caux et Veules-les-Roses (42.5.10 à 18) où les griffons sont nombreux et diffus.

### **1.3 Caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines**

Le laboratoire municipal de Rouen effectue les analyses réglementaires sur un grand nombre de captages de la nappe de la craie. Le traitement statistique des résultats obtenus apporte une bonne connaissance du faciès des eaux de la craie, les principaux paramètres sont rassemblés dans le tableau n° 9.

Ce sont des eaux bicarbonatées calciques assez dures, à pH légèrement basique et de conductivité moyenne. En dehors des fortes teneurs de quelques points soumis à des pollutions locales, la variabilité des concentrations est en rapport avec les conditions hydrogéologiques (perméabilité et nature du recouvrement, épaisseur de la zone non saturée, faciès de la craie...) et avec l'occupation du sol dans leur aire d'alimentation (cultures, bois, prairies...).

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

Quelques forages implantés dans les alluvions des estuaires de la Seine au Havre, de l'Arques à Dieppe, et de la Bresle au Tréport, prélèvent des eaux contaminées par l'eau de mer.

Tableau n° 9  
CHIMIE DES EAUX DE LA NAPPE DE LA CRAIE (Etat 1986)

| PARAMETRES                        | MINIMUM | MAXIMUM            | NORMES (CMA) |
|-----------------------------------|---------|--------------------|--------------|
| <u>Réputés stables</u>            |         |                    |              |
| ph (unités pH à 20° C)            | 6,8     | 7,8                | 6,5 - 9,5    |
| Conductivité (μS / cm)            | 400     | 833                |              |
| Chlorures - Cl (mg/l)             | 5       | 55                 | 250          |
| Sulfates - SO <sub>4</sub> (mg/l) | 5       | 50                 | 250          |
| TAC (° F)                         | 18      | 30                 | 50           |
| THT (° F)                         | 18      | 34                 | —            |
| <u>Indésirables</u>               |         |                    |              |
| Turbidité (gouttes de mastic)     | 0       | 150                | 30           |
| M.O. (mg/l)                       | 0       | 1,6                | 5            |
| Nitrates - NO <sub>3</sub> (mg/l) | 5       | localement<br>> 65 | 50           |
| Nitrites - NO <sub>2</sub> (mg/l) | < 0,01  | 0,08               | 0,1          |
| Ammonium - NH <sub>4</sub> (mg/l) | < 0,01  | 0,14               | 0,5          |
| Fer - Fe (mg/l)                   | < 0,01  | 2                  | 0,2          |
| Sodium - Na (mg/l)                | 4       | 24                 | 150          |
| Potassium - K (mg/l)              | 0,5     | 5                  | 12           |
| Magnésium - Mg (mg/l)             | 1       | 11                 | 50           |

## 2. AUTRES NAPPES

### 2.1 Nappes des terrains tertiaires

Les terrains tertiaires sont représentés par des lambeaux d'affleurements d'extension très limitée. Le seul qui soit d'extension notable est celui de Varengueville.

Entre les argiles sparnaciennes au mur et les argiles de Varengueville au toit, les sables fauves cuisiens contiennent une nappe d'eau ferrugineuse. Elle déborde par quelques sources de très faible débit auxquelles les gallo-romains prêtaient des vertus curatives. Des puits peu profonds captent cette nappe pour les besoins de particuliers. Son intérêt économique est négligeable.

### 2.2 Nappes des terrains anté-crétacé supérieur

La dépression du Pays de Bray met à l'affleurement la série des terrains antérieurs à la craie de l'Albien au Kimméridgien. Près de Gournay et Neufmarché, les sables verts renferment une nappe captive entre les argiles du Gault au toit et les argiles panachées du Barrémien au mur.

Ces sables glauconieux plus ou moins fins et argileux sont peu perméables. A leur contact avec le Barrémien apparaissent quelques sources de faibles débits. La seule qui soit notable est celle de Neufmarché (101.4.19) qui débite 26 l/s par débordement sur les alluvions fines de l'Epte.

Vers le Nord-Ouest du Pays de Bray, les sables verts et les argiles panachées se biseautent, les argiles du Gault reposent alors directement sur le Néocomien à faciès wealdien. Il s'agit d'une alternance d'argiles sableuses et de sables argileux en lentilles formant un aquifère multi-couches complexe généralement peu perméable, et dont l'épaisseur varie de 5 à 40 m.

Deux puits inutilisés appartenant au réseau piézométrique ont permis d'observer d'amples fluctuations piézométriques liées à la pluviométrie, ce qui traduit la faible capacité de cette nappe à réserve en eau très variable.

A Forges-les-Eaux, cette nappe est exploitée par l'établissement thermal de la ville qui profite de sa teneur locale en sulfate de fer. Les sources de Cristal-Fontaine, autrefois mises en bouteilles, sont au contraire très douces (1° F), acides (pH 5), de type chloruré sodique.

Quelques puits particuliers captent cette nappe lorsque sa profondeur n'excède pas 20 m.

Les seuls forages notables sont ceux des Grandes Dalles (57.2.1) à Saint-Pierre-en-Port, dans les sables verts à 170 m de profondeur, dont le débit n'excède pas 5 m<sup>3</sup>/h, et le forage communal de Caudebec-lès-Elbeuf (123.4.297) qui lui n'est pas encore en exploitation.

Les données sur la productivité réelle de cette couche sont rares, car de nombreux ouvrages ne recoupent pas l'aquifère en totalité, ou l'utilisation de crépines inadaptées entraîne un ensablement rapide. Mais il est toutefois possible d'espérer des débits de l'ordre de 90 m<sup>3</sup>/h dans les zones favorables.

La qualité de l'eau est bonne, c'est une eau douce (~5 mg/l de chlorure) à 15-17° en moyenne, mais qui contient beaucoup de fer et peu d'oxygène. Elle nécessite donc le passage par une phase d'aération avant la consommation afin de la dégazer et de précipiter le fer.

A Rouen, par le jeu de la faille de la Seine, les terrains albiens sont peu profonds, aussi de nombreux forages alimentaient autrefois les industries. La corrosion et l'ensablement des ouvrages ont conduit à leur abandon.

La nappe des sables verts constitue une ressource importante mais souvent difficile à exploiter. Par ailleurs, il faut signaler que c'est une nappe captive à réalimentation très faible donc non renouvelable. Cela peut être une ressource à préserver.

Il y a le plus souvent continuité entre cette nappe et celle des terrains portlandiens de même faciès lithologique pour leur partie supérieure, constitués de calcaires fissurés à leurs partie inférieure. Le argiles du Kimméridgien en forment le substratum. L'ensemble du réservoir portlandien-néocomien affleure dans le Pays de Bray. Les sources sont innombrables et de débits insignifiants. Ce réservoir est capté par plusieurs puits à usage agricole ou industriel de faible productivité.

## 1. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES ET PRODUCTIVITE DES OUVRAGES DE CAPTAGE

### 1.1 Type et caractéristiques des ouvrages de la nappe de la craie

Mis à part de très nombreux puits à l'usage d'une ferme ou d'une famille, on a dénombré environ 820 ouvrages de captages utilisés pour l'alimentation publique en eau potable, l'industrie ou l'agriculture. Ces ouvrages se répartissent entre 704 puits ou forages et 116 sources (cf Annexes I et II et Additif).

Leur répartition par type et par utilisation est la suivante :

| UTILISATION      | TYPE DE CAPTAGE     |         |
|------------------|---------------------|---------|
|                  | Puits ou forages    | Sources |
| Domestique       | 231                 | 81      |
| Pompes à chaleur | 32<br>(depuis 1981) | —       |
| Industrielle     | 396                 | 12      |
| Agricole         | 45                  | 23      |

Les sources captées représentent 19 % du total des sources du département. Les débits captés les plus intéressants sont à Moulineaux et Fontaine-sous-Préaux pour l'alimentation de Rouen.

Beaucoup de sources non captées ont cependant une partie de leur débit prélevée par forage à plus ou moins grande distance à l'amont des émergences (Veules-les-Roses, Bec-de-Mortagne, etc...).

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 leur partie supérieure au droit de formations superficielles instables et des parois nues dans la craie.

Certains ont été approfondis par forage. Ces puits anciens présentent parfois des chambres ou des galeries qui augmentent la réserve d'eau disponible et les débits spécifiques. Ils sont situés sur les plateaux du Pays de Caux.

Les forages, creusés par battage au trépan et nettoyage à la soupape, plus rarement en rotation, se sont substitués progressivement aux puits depuis une vingtaine 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 quelques industriels et surtout dans les exploitations maraîchères, on note 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 enfoncés dans le sol par battage. Les pompes employées pour élever 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  | PAC | Industrielle | Agricole |       |
| Fond de vallée humide               | 155         | 26  | 365          | 16       | 560   |
| Coteaux et versant de vallée humide | 4           | 0   | 0            | 0        | 4     |
| Vallée sèche                        | 55          | 5   | 21           | 10       | 91    |
| Plateau                             | 26          | 1   | 11           | 9        | 47    |
| TOTAL                               | 240         | 32  | 397          | 35       | 704   |

Environ 80 % des points considérés sont en vallée humide ou sur des versants de vallée où la nappe est peu profonde avec des débits intéressants. 13 % sont en vallée sèche, le reste, soit 7 %, est en plateau.

L'examen de la situation des points en fonction de leur utilisation montre que l'implantation en vallée humide et en versant est très largement dominante : 66 % pour l'A.E.P. et 92 % pour les industriels.

Cela tient au fait que la nappe de la craie, en Seine-Maritime, est drainée par les rivières côtières et par la Seine et les vallées qui en résultent forment un canevas assez dense. Entre ces vallées, les plateaux n'ont pas une extension aussi grande que dans l'Eure, par exemple.

Pour ce qui est de l'activité industrielle, la présence d'eau à faible profondeur et en grande quantité est donc le facteur déterminant pour l'implantation des usines consommatrices d'eau. Lorsque les besoins en eau sont extrêmement importants, il peut y avoir simultanément prélèvement d'eau souterraine et d'eau de surface, par exemple en vallée de Seine.

## **1.2 Débit spécifique des ouvrages - Transmissivité 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 397 valeurs comparables entre elles, 329 concernent des ouvrages en vallée humide, 3 des ouvrages de coteaux, 52 des ouvrages de vallées sèches et enfin 13 des ouvrages de plateaux.

**Captage en vallée humide :** valeurs extrêmes = 0,2 et 5 500 m<sup>3</sup>/h/m

22 % des valeurs sont comprises entre 0,2 et 9,9 m<sup>3</sup>/h/m

18 % des valeurs sont comprises entre 10 et 19,8 m<sup>3</sup>/h/m

26 % des valeurs sont comprises entre 20 et 50,9 m<sup>3</sup>/h/m

12 % des valeurs sont comprises entre 54 et 99,4 m<sup>3</sup>/h/m

10 % des valeurs sont comprises entre 100,7 et 185,1 m<sup>3</sup>/h/m

7 % des valeurs sont comprises entre 200 et 463,6 m<sup>3</sup>/h/m

5 % des valeurs sont comprises entre 555 et 5 500 m<sup>3</sup>/h/m.

Les valeurs les plus fortes résultent d'essais dans des zones fortement fissurées (Yport) ou dans la plaine alluviale à très forte porosité.

**Captage en coteaux :** les trois valeurs sont les suivantes = 5,4 – 11,6 et 21,4 m<sup>3</sup>/h/m.

**Captage en vallée sèche :** valeurs extrêmes = 0,15 et 319,5 m<sup>3</sup>/h/m

20 valeurs sont comprises entre 0,15 et 9 m<sup>3</sup>/h/m

14 valeurs sont comprises entre 11,1 et 25,9 m<sup>3</sup>/h/m

16 valeurs sont comprises entre 34,7 et 91 m<sup>3</sup>/h/m

Les deux dernières valeurs sont 183,8 et 319,5 m<sup>3</sup>/h/m.

**Captages en plateaux :** valeurs extrêmes = 0,13 et 73 m<sup>3</sup>/h/m

6 valeurs sur 13 sont inférieures à 0,6 m<sup>3</sup>/h/m

11 valeurs sur 13 sont inférieures à 6 m<sup>3</sup>/h/m.

La valeur la plus forte est probablement due à l'implantation du forage sur une zone faillée.

A travers ces chiffres, on voit que la productivité des ouvrages situés en vallée humide est généralement la meilleure. L'implantation d'un ouvrage en plateau est presque toujours défavorable, à moins d'arguments hydrogéologiques précis.

La productivité des ouvrages est très sensiblement augmentée par la technique de l'acidification. Cette technique consiste à injecter dans le forage une certaine quantité d'acide chlorhydrique, à l'air libre ou sous pression, en même temps qu'un volume d'eau important. L'acide débouche les fissures au voisinage de la paroi en même temps qu'il élimine les effets de cake dus au creusement. Le débit spécifique d'un ouvrage peut ainsi être multiplié par 2 ou 3.

### **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 58 puits ou forages.

**En vallée humide :** Il y a 38 valeurs s'échelonnant de  $3.10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (1,1 m<sup>2</sup>/h) à 0,17 m<sup>2</sup>/s (600 m<sup>2</sup>/h)

2 valeurs sont inférieures à  $2,5.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (9,1 m<sup>2</sup>/h)

9 valeurs sont comprises entre  $4,4.10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s (16 m<sup>2</sup>/h) et  $1,3.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (48 m<sup>2</sup>/h)

16 valeurs sont comprises entre  $1,4.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (51 m<sup>2</sup>/h) et  $2,7.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (100 m<sup>2</sup>/h)

10 valeurs sont comprises entre  $2,8.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (102 m<sup>2</sup>/h) et  $7.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (252 m<sup>2</sup>/h).

**En coteau :** on dispose de deux valeurs :

$6.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (245 m<sup>2</sup>/h) et  $7,6.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (275 m<sup>2</sup>/h)

**En vallée sèche :** il y a 17 valeurs allant de  $2,8.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (1 m<sup>2</sup>/h) à  $11,5.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (415 m<sup>2</sup>/h).

75 % des valeurs sont inférieures à  $1,6.10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s (57 m<sup>2</sup>/h).

**En plateau** la valeur disponible est :  $1,9.10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s (0,68 m<sup>2</sup>/h).

Les valeurs de transmissivité trouvées en vallée humide sont généralement meilleures que les autres.

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, balastière, 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...).

## 2. PRELEVEMENTS

### 2.1 Organisation de l'adduction en eau potable et prélèvements à usage domestique

L'adduction en eau potable est assurée, soit à l'échelon communal, soit à l'échelon de plusieurs communes regroupées au sein 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 du syndicat recourent souvent à la concession dudit service.

Parmi les modes juridiques possibles, il faut distinguer la concession au sens strict et l'affermage. En Seine-Maritime, les fermiers et concessionnaires sont les suivants (par ordre alphabétique) :

CEBH (Compagnie des Eaux de la Banlieue Havraise), Compagnie des Eaux et de l'Ozone, C.F.S.P., C.G.E., Entreprise DESFOSSEZ, ROPHI, SADE, SAT, SAUR, Société Cauchoise des Eaux, Société des Eaux d'Eu, Le Tréport, Mers-les-Bains, S.E.A.R.B. (Société des Eaux et d'Assainissement de la Région Beauvaisienne), S.L.E.E., Société PAILLOGUES.

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. Les exceptions à cette règle sont toutefois assez nombreuses.

La carte à 1/250.000 indique les limites de chaque réseau d'AEP ainsi que les valeurs des prélèvements journaliers. Les noms de communes soulignés en bleu indiquent une gestion autonome (non appartenance à un syndicat). Elles sont alimentées en eau potable par un point qui leur est propre, ou qui est commun à plusieurs collectivités. A la date d'établissement de la notice, toutes les communes du département possèdent un réseau d'AEP. Il peut exister cependant quelques écarts non raccordés.

Sur les 745 communes que compte le département, une soixantaine environ sont autonomes. Les autres sont organisées en 98 syndicats dont les plus importants, par le nombre de communes adhérentes sont :

- le syndicat d'Eu .....40 communes
- le syndicat de la vallée de l'Eaulne .....24 communes
- le syndicat de Sigy-en-Bray .....20 communes

Quelques captages situés en Seine-Maritime alimentent des collectivités extérieures au département. On peut citer, entre autres :

- le puits des Varras à Mauny, pour 3 syndicats de l'Eure,
- le puits de Criquiers alimentant la commune de Formerie dans l'Oise,
- les captages de Ponts-et-Marais pour le syndicat des eaux de Picardie.

Inversement, des points limitrophes peuvent alimenter des collectivités de Seine-Maritime :

- le captage de Blangies (Oise) pour le syndicat de Blangies et la commune de Doudeauville,
- le captage du syndicat de Boos à Radepont.

Le total des prélèvements d'eau souterraine à usage domestique s'élève pour l'année 1987 à 114,7 M m<sup>3</sup> (chiffre estimé d'après les renseignements recueillis par l'Agence de Bassin Seine-Normandie).

Les plus forts prélèvements (moyenne journalière) sont les suivants (chiffres 1988) :

Ville du Havre :

Radicatel

Rouelles

Saint-Laurent-de-Brévédent .....ensemble 58 274 m<sup>3</sup>/jour

Ville de Rouen :

Moulineaux

Usine de Carville (Darnétal)

Fontaine-sous-Préaux .....ensemble 35 356 m<sup>3</sup>/jour

Réseau de Saint-Etienne-du-Rouvray (La Chapelle) .....23 836 m<sup>3</sup>/jour

Ville de Maromme :

Usine des Eaux - SLEE .....19 233 m<sup>3</sup>/jour

Ville de Dieppe :

Fontaine du Gouffre

Forages de Martin-Eglise .....ensemble 18 082 m<sup>3</sup>/jour

Ville de Harfleur :

Station Durecu et Payennière .....6 849 m<sup>3</sup>/jour

Syndicat AEP de Boos :

Radepont

Saint-Aubin-Epinay (Les Longues Raies)

Belbeuf .....ensemble 6 575 m<sup>3</sup>/jour (1987)

Ville de Fécamp :

Grainval

Gohier .....ensemble 5 479 m<sup>3</sup>/jour

Réseau d'Eu, Mers, Le Tréport :

Forages de Ponts-et-Marais .....3 318 m<sup>3</sup>/jour

Notre-Dame-de-Gravenchon :

Fontaine Saint-Denis

F1 et F2 de la cité Esso .....ensemble 4 192 m<sup>3</sup>/jour

Elbeuf :

Mont Duve .....4 090 m<sup>3</sup>/jour (1987)

Malaunay .....1 800 m<sup>3</sup>/jour (1987)

Paradoxalement, le prélèvement de la ville de Rouen n'intervient qu'en deuxième position. Cela s'explique par l'interconnexion des réseaux dans l'agglomération rouennaise, alimentée aussi par les syndicats voisins : Maromme, Réseau de Saint-Etienne-du-Rouvray, etc...

Le prélèvement annuel cité plus haut pour l'année 1987 équivaut à 96,1 m<sup>3</sup>/habitant/an sur la base du recensement de la population de 1982 et à 263 l/habitant/jour.

Ce dernier chiffre peut paraître élevé. En fait, il faut dire que toute l'eau prélevée n'est pas consommée. Il faut tenir compte des éléments suivants :

- rendement des réseaux de l'ordre de 80 %,
- prélèvement à usage industriel sur le réseau AEP,
- prélèvement agricole : cheptel des fermes, élevages divers, lavage de bâtiments agricoles,
- activités tertiaires ou de service public (borne d'incendie, lavage des rues, caniveaux, place publique de marchés, arrosage).

Par ailleurs, on observe que ce chiffre est en baisse depuis quelques années. Deux raisons sont à invoquer, l'économie de l'eau par la population et surtout le meilleur rendement des réseaux AEP.

Toute l'eau prélevée pour l'usage domestique en Seine-Maritime, provient de la nappe de la craie, à l'exception du forage artésien des Grandes Dalles à Saint-Pierre-en-Port qui capte quelques mètres cubes par jour d'eau de la nappe des sables verts.

## 2.2 Prélèvements à usage industriel

La vallée de la Seine a drainé l'essentiel de l'activité industrielle consommatrice d'eau dans le département de Seine-Maritime. Elle offre en effet une ressource très importante et facilement mobilisable parce que peu profonde.

Parmi les prélèvements supérieurs à 1 M de m<sup>3</sup>/an, au nombre de 26, 17 sont situés dans l'agglomération Rouen-Elbeuf, 4 dans la zone industrielle de Lillebonne-Port-Jérôme, 2 sur les zones industrielles de Dieppe-Offranville, 1 à Paluel, 1 au Tréport, enfin, la dernière près de la vallée de la Bresle, à Hodeng-au-Bosc.

Les utilisations sont nombreuses et variées. On peut citer :

- le refroidissement des machines et la production de vapeur,
- le lavage (laiterie, bouteille, betterave, pomme, blé, granulats de carrière, textile...),
- la fabrication :
  - produits chimiques, savonnerie,
  - transformation du bois (pâte à papier)
  - traitement de surface des métaux.

Dans ces domaines d'activité, les industriels font le plus souvent appel aux eaux souterraines pour leurs bonnes qualités physique et chimique et notamment leur température basse et constante.

Pour l'année 1987, le total du prélèvement en eau souterraine à usage industriel s'élève à 78,3 M de m<sup>3</sup>, soit 214 380 m<sup>3</sup>/jour (chiffre estimé d'après les déclarations des industries à l'Agence Financière de Bassin Seine-Normandie). Ce volume provient de la nappe de la craie pour l'essentiel, puisque seulement quelques forages captent l'aquifère jurassique.

Les prélèvements les plus importants sont les suivants (m<sup>3</sup>/jour moyen) :

|                                                                                                             |        |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| - Rhône-Poulenc chimie fine (Santé) (Saint-Aubin-lès-Elbeuf) : (123-4-48, 49, 217 à 221) .....              | 46 227 |
| - Esso Standard SAF et Esso Chimie (Port-Jérôme, Notre-Dame-de-Gravenchon) : (98-3-9, 28, 30, 31, 33) ..... | 21 118 |
| - Francolor (Oissel) : (100-5-102, 106, 111, 112) .....                                                     | 13 479 |
| - Syndicat mixte de Lillebonne - Port-Jérôme à Norville .....                                               | 12 036 |
| - Shell Française (Petit-Couronne) : (99-8-14, 45, 80, 82, 352) .....                                       | 11 471 |
| - Azolac (Oissel) : (100-5-185, 186, 214, 327, 330, 331) .....                                              | 10 429 |
| - RNUR (Cléon) : (123-4-51, 53) .....                                                                       | 11 445 |
| - Société Chimique de la Grande Paroisse (Grand-Couronne) : (99-8, 17, 25 à 27, 34) .....                   | 8 327  |
| - Vallourec (Déville-lès-Rouen) : (99-4-4, 5) .....                                                         | 8 016  |

Les eaux souterraines ne représentent que 16 % dans le prélèvement industriel. Le reste vient de prélèvements en surface, essentiellement dans la Seine.

Pour l'année 1987, on peut citer, à titre de comparaison, les quelques chiffres suivants de prélèvements de surface :

- Shell Française à Petit-Couronne : 73 M de m<sup>3</sup>
- La Grande Paroisse à Grand-Quevilly : 35 M de m<sup>3</sup>
- et la Grande Paroisse à Grand-Couronne : 21 M de m<sup>3</sup>
- Remap Holding à Grand-Couronne : 45 M de m<sup>3</sup>
- Société Parisienne des Asphaltes : 35 M de m<sup>3</sup>
- La Nouvelle Chapelle Darblay à Saint-Etienne-du-Rouvray : 34 M de m<sup>3</sup>
- et la Nouvelle Chapelle Darblay à Grand-Couronne : 21 M de m<sup>3</sup>
- Syndicat mixte de Lillebonne-Port-Jérôme à Norville : 47 M de m<sup>3</sup>.

Comme pour les prélèvements domestiques, le chiffre global annuel 1987 du prélèvement industriel donné ici est probablement sous estimé. En effet, la redevance à l'Agence s'applique à un prélèvement minimal de 40 000 m<sup>3</sup>. Un certain nombre de petits préleveurs n'est donc pas comptabilisé.

Les chiffres de l'année 1987 par rapport à ceux des années précédentes montrent une stagnation ou une régression des prélèvements d'eaux souterraines.

Plusieurs facteurs entrent en jeu pour expliquer ce fléchissement :

- meilleure utilisation de l'eau (recyclage, épuration, etc...),
- augmentation du prélèvement de surface par rapport au prélèvement en nappe,
- ralentissement de l'activité industrielle.

### **2.3 Prélèvements à usage agricole**

Les eaux souterraines prélevées pour un usage agricole servent essentiellement à l'irrigation et à l'aspersion. Pour le département, le total des surfaces irriguées et drainées s'élève à 5 500 ha. Accessoirement, on peut citer la fabrication des produits de traitement à support aqueux : engrais, pesticides, fongicides. Ce sont des prélèvements saisonniers (en période d'été), ils servent principalement à l'arrosage de cultures maraîchères.

Du point de vue localisation, il s'agit surtout de la vallée de la Durdent (Vittefleur, Paluel) pour 40 %, de la région de Montivilliers pour 40 %, le reste étant disséminé autour de l'agglomération de Rouen-Elbeuf et dans le Pays de Bray où quelques puits captent la nappe du Portlandien.

L'utilisation passive d'assez nombreuses sources par des cressonniers et des pisciculteurs n'est pas prise en compte par l'Agence de Bassin, bien que les débits qui transitent dans ces établissements soient très importants.

Il n'est pas possible de donner une estimation globale du volume des prélèvements, les renseignements fournis par les agriculteurs étant très ponctuels.

### **3. AUTRES POSSIBILITES D'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES**

Outre les usages classiques des eaux souterraines commentés ci-dessus, d'autres orientations se développent actuellement sous l'impulsion notamment de la recherche d'énergie nouvelle :

- microcentrale hydroélectrique,
- pompe à chaleur,
- forage géothermique.

#### **3.1 Microcentrale hydroélectrique**

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 1, paragraphe 4.

Il s'agit de capter l'énergie hydraulique des grosses émergences de la nappe de la craie à la faveur de 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 hydro-électrique 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 à 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 des locaux est désormais classique en utilisant l'air extérieur comme source froide.

Moins répandue est l'utilisation des nappes d'eau souterraine comme source froide des pompes à chaleur. Elle a cependant tendance à se développer car les investissements supplémentaires entraînés par le captage de l'aquifère sont largement compensés par la stabilité thermique de la source en toute saison.

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.

Mais, la nappe de la craie n'est pas toujours en mesure de fournir les débits nécessaires, et sa profondeur est souvent prohibitive, en particulier pour le chauffage des pavillons.

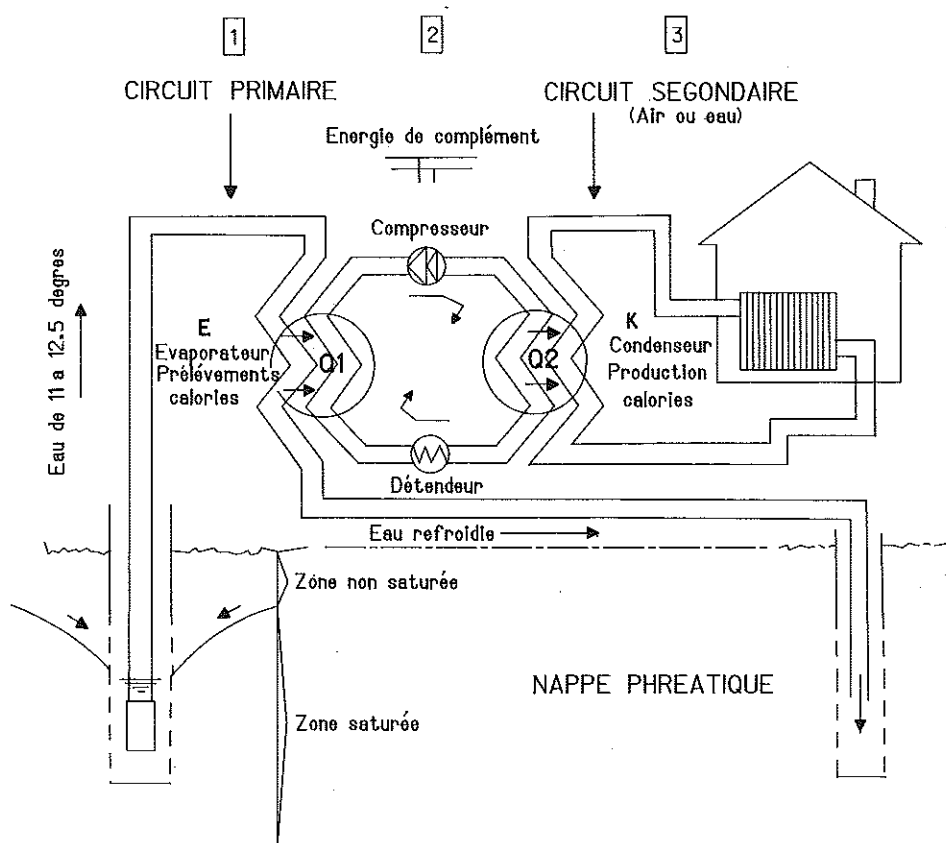
Afin de préciser les connaissances dans ce domaine, à l'initiative de l'Etablissement Public Régional, un document cartographique a été édité début 1981, à l'échelle de la région Haute-Normandie, sur l'utilisation des eaux souterraines pour le chauffage par pompes à chaleur.

Cette étude réalisée par le BRGM a permis de définir des zones plus ou moins favorables à l'implantation de pompes à chaleur. Les zones très favorables sont celles dont la profondeur de la nappe est comprise entre 0 et 15 m en général, mais toujours inférieure à 30 m, et dont la capacité de production est supérieure à 70 m³/h. Ces conditions se rencontrent surtout au niveau des vallées humides et des vallées sèches.

Dans le cas de l'agglomération rouennaise, une zone très favorable a été définie dans la boucle de la rive gauche de la Seine.

Pour l'agglomération du Havre, les possibilités d'utilisation de la nappe pour les pompes à chaleur sont moindres en raison de la faible productivité de la roche réservoir et de la qualité chimique de l'eau (eau saumâtre). Il existe cependant un bon potentiel le long de la vallée de la Lézarde.

Figure 18 : PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE POMPE A CHALEUR



Cette technique a déjà reçu des applications variées dans le département pour le chauffage de pavillons, d'immeubles d'habitation ou de bureaux, de locaux sportifs ou commerciaux.

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

Actuellement, se développent des techniques plus complexes 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 de la pompe à chaleur.

### 3.3 Forages géothermiques

Il ne s'agit plus de prélever des calories à l'eau froide pour élever la température d'un fluide chaud, mais d'utiliser directement la chaleur d'une eau suffisamment chaude pour assurer le chauffage de locaux.

Cette eau chaude se trouve à de grandes profondeurs dans des aquifères réchauffés par le flux géothermique terrestre.

L'essentiel des ressources géothermiques de la France est contenu dans les nappes profondes du Bassin Parisien.

Mais, si les températures de leurs eaux sont élevées dans le centre de la cuvette sédimentaire, elle décroît rapidement vers la périphérie.

Dans le département de la Seine-Maritime, il ne semble pas que les réservoirs les plus profonds des terrains jurassiques et triasiques puissent renfermer des eaux à une température supérieure à 50°C. Encore faudrait-il entreprendre le creusement de forages de 500 à 1 000 m de profondeur, sans certitude quant à leur productivité.

Le potentiel géothermique du département de la Seine-Maritime paraît donc faible dans l'état actuel des connaissances.

### 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 bétouilles ou puits de marnières,
- nappe subaffleurante dans des alluvions grossières,
- circulation rapide dans une craie fissurée, parfois karstifiée,
- cours d'eau perchés 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 prélèvements qui accroissent les vitesses d'écoulement et par l'exploitation des graviers qui suppriment la protection des alluvions fines décapées (vallée de la Seine et vallées côtières).

Les plateaux ne sont cependant pas à l'abri des pollutions, car les bétouilles, 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.

La vulnérabilité de la nappe de la craie est donc très variable d'un point à un 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, nitrites et ammoniacale et l'abondance de germes microbiens. 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.

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

Dans cette optique, depuis 1986, le BRGM a été chargé par le département de Seine-Maritime de définir les plans d'intervention pour les captages d'alimentation en eau potable en cas de pollution d'origine accidentelle se produisant dans les périmètres sensibles de ces captages.

Pour chaque site une fiche a été établie comportant l'identification du captage et sa situation, les risques potentiels, les services de sécurité à alerter et les dispositifs d'urgence à mettre en place, et enfin une liste de travaux à réaliser pour assurer une meilleure protection du captage.

Fin 1989, 129 sites ont été étudiés ; l'ensemble se répartit en cinq catégories :

- captages dont l'exploitation devrait être arrêtée,
- nouveaux ouvrages à créer (captages à créer ou à déplacer et piézomètres),
- périmètres de protection à définir ou à modifier,
- travaux de voirie (chemin à créer ou à restaurer, entretien fossé, entretien ruisseau, accès de carrière à fermer, protection contre renversement),
- travaux divers (assainissement, barrière hydrologique, piézomètres de contrôle, clôture, changement de place d'une décharge ou d'un transformateur...).

Certains sites représentent le seul point d'alimentation d'une commune, il serait donc nécessaire, soit de créer des points d'eau de secours, soit d'interconnecter les réseaux pour ne pas priver d'eau la population en cas d'alerte.

Cette étude est complétée par une carte de vulnérabilité de la nappe de la craie, mise à jour en 1984, fournie par la DDASS et présentant les zones de risque maximal (infiltration et circulation rapide des eaux) en direction des captages d'eau potable du département.

La couverture de l'ensemble du département est prévue en 1992.

## **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, fonction d'un type d'événement déterminé (par exemple : épisode pluvieux).

La figure n° 19 schématise le mécanisme des pollutions. Les points de pollution réelle ou potentielle les plus évidents ont été reportés sur la carte au 1/100.000 de l'Atlas.

En Seine-Maritime, l'absorption directe des eaux de surface constitue une principale cause de pollution. Parmi les sources, on peut citer en milieu urbain ou périurbain, les rejets d'eau usées, les eaux de voiries ; en milieu rural, les eaux agricoles et les effluents de décharges sauvages encore nombreuses. Des pollutions chroniques et diffuses peuvent également résulter de pratiques culturales intensives.

Quant aux sources de pollution accidentelle, elles sont très nombreuses et l'expérience montre malheureusement que le risque est réel.

### **1.2.1 Pollution d'origine domestique**

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

Fin 1988, on recensait dans le département 169 stations d'épuration représentant une capacité de traitement de 1 400 000 équivalents habitants ou 110 000 habitants raccordés. La forte progression de l'assainissement collectif observée depuis 1981 correspond presque exclusivement à la mise en service d'ouvrages de lagunage en milieu rural.

Cependant les stations absorbent quelquefois plus que ce que prévoit leur capacité, récupérant les eaux pluviales, et diminuant ainsi leurs performances.

Depuis 1973, un service d'assistance technique aux exploitants des stations d'épuration (SATESE) a été mis en place dans le département. Cet organisme vise à améliorer le fonctionnement des dispositifs, notamment par un suivi régulier.

Il faut dire aussi que l'infiltration du rejet en puits filtrant ou bétobre est encore une pratique courante bien qu'interdite. L'assainissement individuel concerne 40 % de la population du département. Les villes les plus importantes, situées dans les vallées, rejettent dans les cours d'eau.

Les décharges 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.

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.

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.

### **1.2.2 Pollution d'origine industrielle**

L'activité industrielle du département est très inégalement répartie, surtout concentrée dans la vallée de la Seine, zones industrielles de Rouen, Lillebonne - Port-Jérôme et Le Havre.

Les industries polluantes 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, pipe-line), etc...

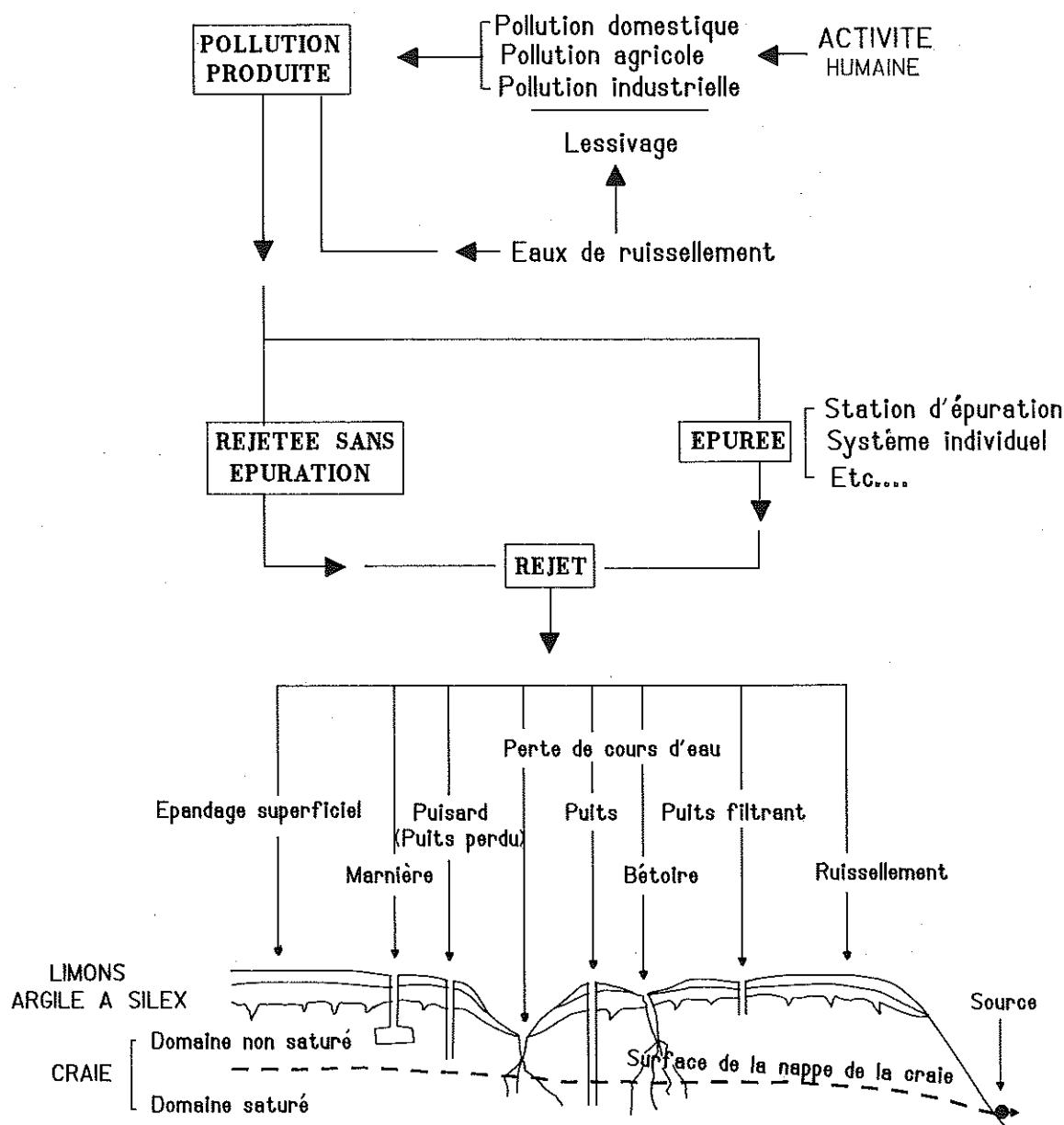
Les pollutions induites par les industries ne sont pas toujours évidentes. Il peut s'agir parfois du simple lessivage des aires de stockage par les eaux de ruissellement.

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

Fin 1988, un parc de 97 stations existait pour le département. Le taux d'épuration est très variable en fonction de la branche d'activité et de la quantité de matériaux polluants produits.

Depuis quelques années, avec l'aide de l'Agence de l'eau et le concours du service des Mines, un effort important a été entrepris pour supprimer ou réduire au minimum les principales nuisances liées aux industries. Deux programmes de réduction de la pollution ont été mis en place entre 1978 et 1987. Le premier a permis d'atteindre un objectif de diminution de la DCO de 60 %, le second prévoyait une réduction supplémentaire différente selon le type d'industrie.

Figure 19 : PROCESSUS DE POLLUTION DE LA NAPPE DE LA CRAIE



De plus, grâce au financement du département de la Seine-Maritime, du Ministère de l'Industrie et de l'Agence de l'eau Seine-Normandie, le BRGM a mis au point un modèle mathématique qui a permis de suivre l'évolution de la situation dans la boucle de la rive gauche de la Seine à Rouen.

Cette zone critique est le siège de prélèvements industriels, mais aussi de rejets et stockages de déchets polluants. Cette situation a entraîné la fermeture de certains captages d'alimentation en eau potable.

### 1.2.3 Pollution 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 minérales lessivent ces déchets et se chargent en matières organiques et micro-organismes.

Lorsque ces eaux contaminées s'infiltrant dans le sol, une épuration naturelle physique et biologique assure une protection efficace de la nappe. Malheureusement, les sols de Seine-Maritime 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 des dépressions d'où une multitude de mares temporaires.

Il est fréquent que les eaux pluviales se dirigent ensuite vers des bétoures 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, puits particuliers ou captages publics.

Le second processus de contamination de la nappe de 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.

Une étude est en cours qui vise à modifier les pratiques culturales afin de diminuer la perte en nitrate. Une très bonne corrélation a été obtenue entre les valeurs en nitrates observées lors de l'analyse d'un sondage carotté réalisé à Goderville et les successions des cultures sur la parcelle. Une poursuite de l'étude permettra de vérifier ces effets à l'échelle du bassin.

#### 1.2.4 Turbidité

La turbidité est un phénomène temporaire et sporadique mais qui s'est accru en intensité ces dernières années avec la modification des pratiques culturelles et les aménagements du milieu rural qui amènent une imperméabilisation des sols et une augmentation du ruissellement et de l'érosion.

En Seine-Maritime, un tiers des points d'eau est touché par la turbidité de façon sensible.

L'apparition de celle-ci dure en général deux ou quatre jours, exceptionnellement deux semaines. Le nombre d'épisodes est très variable, on peut l'estimer de un à cinq par an.

Cette pollution résulte de la conjonction des effets de la pluviométrie et de la nature du sous-sol. On observe souvent d'importants épisodes après des pluies faibles mais répétées qui saturant les sols et donnent naissance à des ruissellements facilités par l'absence de cultures hivernales. Les terres nues sont désagrégées par la pluie et entraînées dans le sens de la pente (suivant les labours) vers des bétoures parfois nombreuses.

Le sous-sol crayeux permet l'engouffrement de ces eaux dans des karsts à travers lesquels l'écoulement peut être très rapide.

A ces eaux turbides est naturellement associé un cortège de nuisances dont la bactériologie est la plus redoutée.

Les solutions sont à rechercher, soit à l'amont :

- réduction du ruissellement,
- réalisation de bassins,
- dispersion en forêt et sous pâtures,
- colmatage des bétoures et fossés,

soit à l'aval :

- traitement physico-chimique des eaux,
- filtre à sable,
- microfiltration sur membranes papier et céramiques,
- réservoirs,
- forage de substitution moins sensibles.

Depuis dix ans, trois usines de traitement ont été construites, une au Havre et deux à Rouen. Le coût important de ces techniques laisse ces solutions hors de portée de la plupart des communes.

## 2. AUTRES NAPPES

La nappe des sables verts peu exploitée est à l'abri des pollutions du fait de sa profondeur et de son artésianisme.

Dans le Pays de Bray, les différentes nappes des terrains du Crétacé inférieur et du Jurassique supérieur sont affleurantes et leur écoulement, du fait de la discontinuité des horizons géologiques, est peu différencié. On peut donc penser que les pollutions par lessivage des sols par les eaux de ruissellement y sont fortes. L'absence de mesures précises, du fait de la faible exploitation pour l'A.E.P., ne permet pas de conclure.

## CHOIX BIBLIOGRAPHIQUE

Les ouvrages suivants sont d'un intérêt général pour le département de la Seine-Maritime 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 consulter à l'agence régionale du B.R.G.M. les études réalisées sur crédits publics (ministères-collectivités).

- Tableau de bord de l'environnement de la Seine-Maritime, Edition 1986, Conseil Général de la Seine-Maritime, DRAE, CAUE.
- Synthèse géologique du Bassin de Paris, Mémoire du BRGM n° 102, 1980.
- Les forages profonds du Bassin de Paris, Lemoine & Humery & Soyer, Edition du Muséum, 1939.
- Le climat de Normandie, J. Sanson, Association d'études normandes, 1954.
- Bulletin climatologique de Haute-Normandie, O.N.M. mensuel.
- L'eau en Haute-Normandie, Rapport de Monsieur le Préfet de région aux assemblées régionales, 2<sup>ème</sup> réunion ordinaire de 1977.
- 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.
- Seine-Normandie, Eaux superficielles, Cahiers techniques n° 2, Bulletin Seine-Normandie 1975.
- Hydrogéologie de la craie du Bassin de Paris, Colloque régional, Rouen, 1978.
- Evaluation des ressources hydrauliques, Données géologiques et hydrogéologiques des feuilles au 1/50 000 :

|                                |                            |
|--------------------------------|----------------------------|
| ELBEUF                         | B.R.G.M. N° SDGR 62 A 16   |
| YVETOT                         | B.R.G.M. N° DSGR 67 A 24   |
| ROUEN EST                      | B.R.G.M. N° 68 SGL 38 PNO  |
| ROUEN OUEST                    | B.R.G.M. N° 68 SGL 39 PNO  |
| SAINT-SAENS                    | B.R.G.M. N° 69 SGN 197 PNO |
| FECAMP                         | B.R.G.M. N° 70 SGN 160 PNO |
| BOLBEC - PONT-AUDEMER          | B.R.G.M. N° 70 SGN 242 PNO |
| ETRETAT-MONTIVILLIERS-LE HAVRE | B.R.G.M. N° 71 SGN 24 PNO  |
| DIEPPE OUEST - DOUDEVILLE      | B.R.G.M. N° 73 SGN 16 PNO  |
| DIEPPE EST - EU                | B.R.G.M. N° 73 SGN 232 PNO |
| GAMACHES                       | B.R.G.M. N° 73 SGN 234 PNO |
| LONDINIERES                    | B.R.G.M. N° 76 SGN 198 PNO |
| NEUFCHATEL                     | B.R.G.M. N° 76 SGN 372 PNO |
| FORGES-LES-EAUX                | B.R.G.M. N° 77 SGN 418 PNO |

- Réseau piézométrique de Haute-Normandie, Seine-Maritime, Annuaire 1988, BRGM.
- Etat de la nappe de la craie en 1989, Ph. De La Quèrière, BRGM, 89 HNO 89.
- Bulletin de situation hydrologique et prévisions de basses eaux, Mars 1989, Bulletin n° 38.
- Document directeur pour l'application du décret du 08/08/1935 dans le département, BRGM 74 SGN 178 PNO.
- Capacité de production des aquifères profonds de Haute-Normandie, Ph. De La Quèrière, 1986, BRGM 86 SGN 664 HNO.
- Utilisation des eaux souterraines comme source froide des pompes à chaleur, P. Eberentz, BRGM 81 SGN 170 HNO.
- Inventaire des caractéristiques principales et des périmètres de protection des points d'eau du département de la Seine-Maritime, Ph. De La Quèrière, BRGM 74 SGN 311 PNO.
- Contrôle de la qualité de la nappe de la craie en Seine-Maritime, 9<sup>ème</sup> année de surveillance, 1985, BRGM 86 SGN 335 HNO.
- Pollutions accidentelles des captages d'eau potable en Seine-Maritime, 1987, BRGM 87 SGN 400 HNO.
- Aquarel-Ressources, Etude d'un profil nitrates dans le Pays de Caux, J.P. Holé & M. Meynier, 1989, BRGM R 30175 HNO 4S 89.
- Turbidité des eaux d'alimentation en Haute-Normandie, J.N. Foulex, 1989, AFBSN.