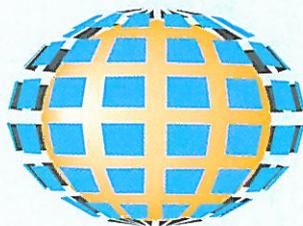


Lithologic

**Bureau d'études en géologie
et environnement**



*Syndicat Départemental
de l'Eau (61)*

◆◆◆
*Conseil Général
de l'Orne*

RAPPORT

Étude de vulnérabilité et d'évaluation des risques de pollution



Captages des Atelles, de Mané, de la Gare et forage des Favrils



S.I.A.E.P. de Gacé

(Orne)

R/PB/00.073

Décembre 2000

Ce dossier constitue l'étude de vulnérabilité préalable à l'instauration des périmètres de protection autour des captages du **S.I.A.E.P. de Gacé**.

Il décrit l'état des données disponibles sur les points de prélèvement, le contexte topographique et hydrogéologique, et redéfinit si besoin la zone d'étude de vulnérabilité des captages.

L'environnement et l'occupation des sols sont analysés ainsi que les activités agricoles et industrielles. Les risques de pollution des points d'eau sont recensés et hiérarchisés, et des préconisations sont proposées dans le but de limiter les risques de pollution accidentelle et chronique liés aux facteurs naturels et anthropiques de vulnérabilité.

SOMMAIRE

I - Descriptif du point de production	3
I-1 - Situation géographique des ouvrages.....	3
I-2 - Caractéristiques techniques de l'ouvrage.....	4
I-3 - Qualité des eaux.....	6
I-4 - Collectivité et population.....	8
I-5 - Mode de gestion et exploitation.....	9
II - Principales caractéristiques de la zone d'étude	11
II-1 - Topographie.....	11
II-2 - Géologie.....	13
II-3 - Hydrographie.....	15
II-4 - Hydrogéologie et piézométrie.....	16
II-5 - Pluviométrie.....	18
III - Étude des formations superficielles	19
III-1 - Étude pédologique.....	19
III-2 - Analyses de sol.....	22
IV - Analyse de l'environnement	27
IV-1 - Environnement proximal des captages.....	27
IV-2 - Environnement et risques dans les zones d'étude.....	29
IV-2-1 - Activités diverses.....	29
IV-2-2 - Voies de communication.....	30
IV-2-3 - Les eaux pluviales.....	32
IV-2-4 - Assainissement.....	33
IV-2-5 - Occupation des sols.....	34
IV-2-5-1 - Plan d'occupation des sols.....	34
IV-2-5-2 - Assolement.....	35
IV-2-6 - Activités agricoles.....	37
IV-2-6-1 - L'agriculture sur la zone d'étude.....	37
IV-2-6-2 - Les pratiques de fertilisation.....	38
IV-2-6-3 - Sièges d'exploitation.....	40
V - Synthèse et conclusion - Vulnérabilité du captage et de la nappe	41

I - Descriptif du point de production

I-1 - Situation géographique des ouvrages

L'alimentation en eau potable du S.I.A.E.P. de Gacé est assurée par cinq ouvrages de prélèvement :

- ➔ le captage de source de Mané à Gacé ;
- ➔ le forage des Favrils à Gacé ;
- ➔ le captage de source de la Gare à Cisai-Saint-Aubin ;
- ➔ le captage de source des Atelles à Mesnil Hubert en Exmes ;
- ➔ le forage du Blanc Buisson à Mardilly.

Seuls les quatre premiers ouvrages font l'objet de ce rapport.

Les ouvrages sont repérés sur les cartes des *figures 1* et *2*. Leurs références cadastrales et les coordonnées (*en Lambert - Zone II étendue*) sont reportées en *tableau 1*.

	<i>Captage de Mané</i>	<i>Forage des Favrils</i>	<i>Captage de la Gare</i>	<i>Captage des Atelles</i>
Commune	Gacé	Gacé	Cisai-Saint-Aubin	Mesnil Hubert en Exmes
Section	AD	C	G	
Parcelle	10	40	134	
X	450,41	450,85	453,33	446,00
Y	2423,09	2423,13	2421,20	2424,05
Z	203	295	220	217

Tab.1 : Références géographiques des captages du S.I.A.E.P. de Gacé.

✓ Le captage de Mané est localisé en bordure Nord-Est de l'agglomération de Gacé à l'intersection de deux talwegs (*fig.1*) ;

✓ Le forage des Favrils est localisé à environ 1,8 km au Sud-Est du bourg de Gacé, en bordure Ouest de l'axe routier Cisai - Gacé. Il est implanté sur une zone topographiquement élevée (*fig.1*) ;

✓ Le captage de la gare est situé à environ 350 m au Sud du bourg de Cisai-Saint-Aubin, au Sud de l'ancienne voie ferrée et de la gare (*reconvertie en habitation*). Il est localisé en bordure du talweg du ruisseau de Fontaine-Bouillante (*fig.1*) ;

✓ La source des Atelles est située à environ 3,5 km à l'Ouest de l'agglomération de Gacé, à proximité de la confluence de deux talwegs (*fig.2*).

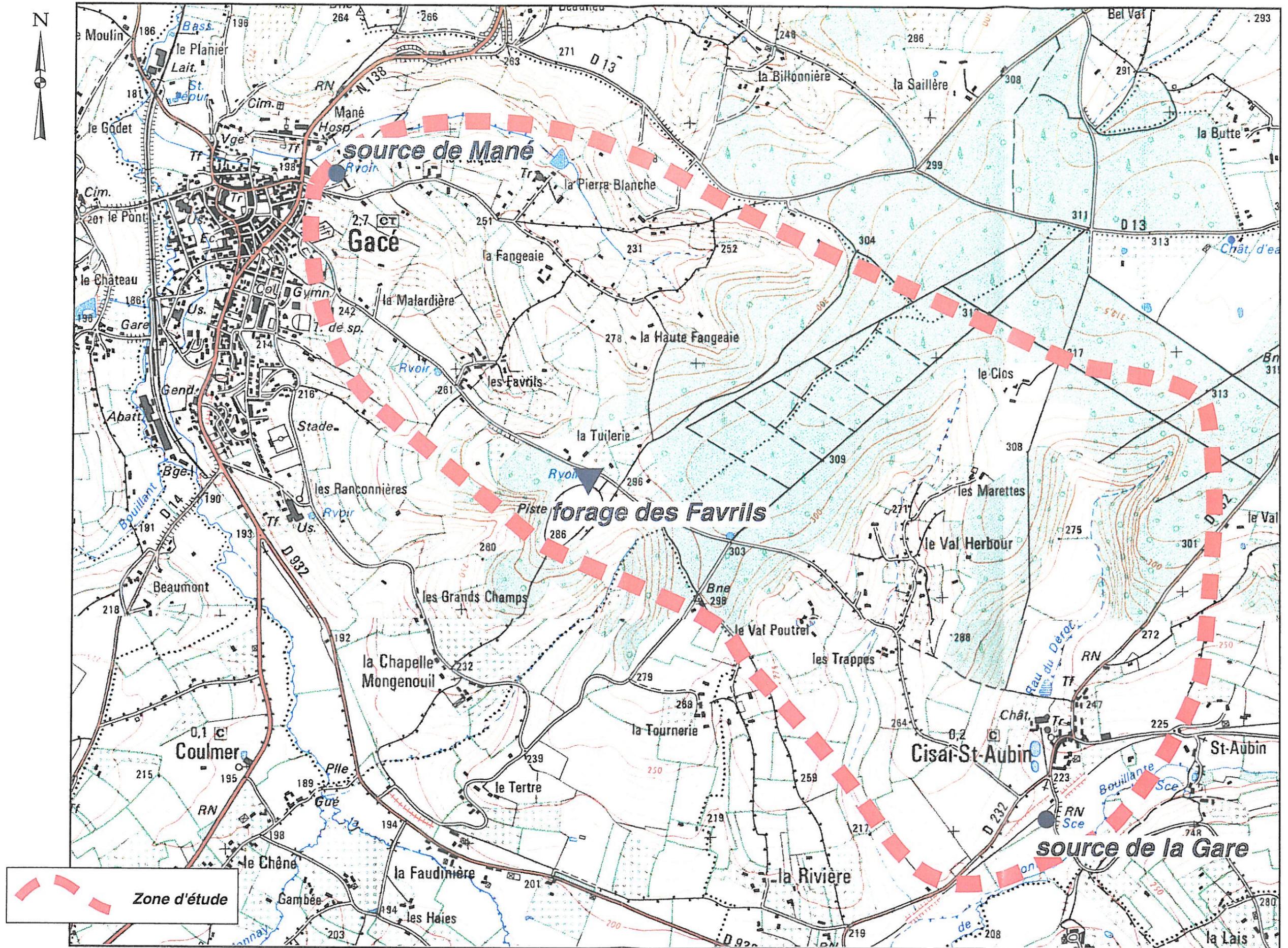
I-2 - Caractéristiques techniques des ouvrages

Ne disposant que de données très fragmentaires voire inexistantes sur la plupart des ouvrages, nous avons réalisé des coupes sommaires de chaque ouvrage après ouverture des puits par la SAUR.

Ces coupes, ainsi que l'implantation de l'ouvrage au sein du périmètre immédiat, sont illustrées en *figures 3* à *6*. Les caractéristiques techniques sont reportées en *tableaux 2* et *3*.

<i>Commune</i>	<i>Gacé</i>	<i>Gacé</i>	<i>Cisai-Saint-Aubin</i>	<i>Mesnil Hubert en Exmes</i>
Lieu-dit	Mané	Favrils	la Gare	les Atelles
Nature	captage	forage	captage	captage
Diamètre	5 m		7,9 m	8 m (rectangulaire)
Profondeur	4,9 m	104 m	5,3 m	3 m
Débit exploitation autorisé	43 m ³ /h	13 m ³ /h	25 m ³ /h	0 m ³ /h
Date de création		1933/1952	1976 ?	1971
Équipement pompage	2 pompes de 60 m ³ /h	1 pompe de 13 m ³ /h	2 pompes de 48 m ³ /h	2 pompes de 53,8 m ³ /h
Traitement	chlore gazeux		chlore gazeux	chlore gazeux
Compteurs de production	1 diam 80	1 diam 80	1 diam 60 1 diam 50	1 diam 100
Production 1999 (en m ³)	107 689	35 918	150 113	249 238

Tab.2 : Caractéristiques techniques des points de production (Source : SAUR).



 Zone d'étude

Fig. 1 : localisation des captages du SIAEP de Gacé (Mané, Favrils et la Gare)

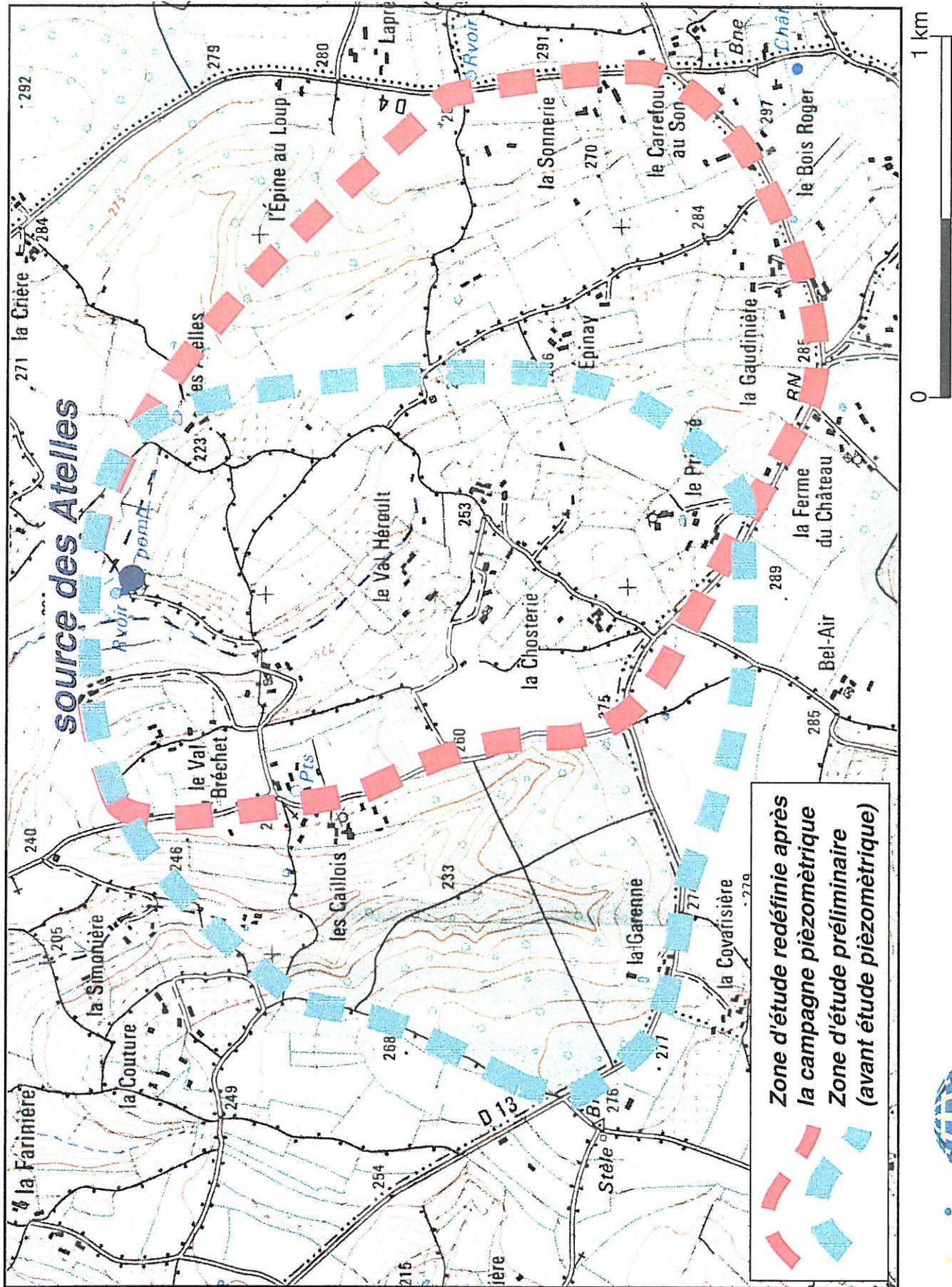
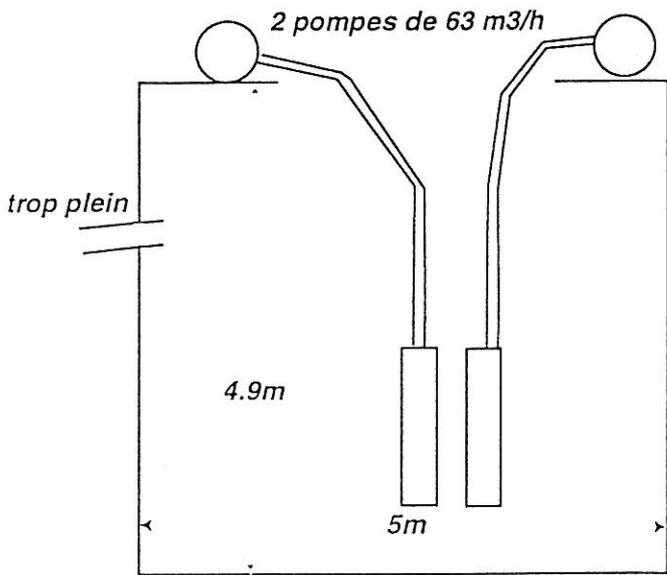
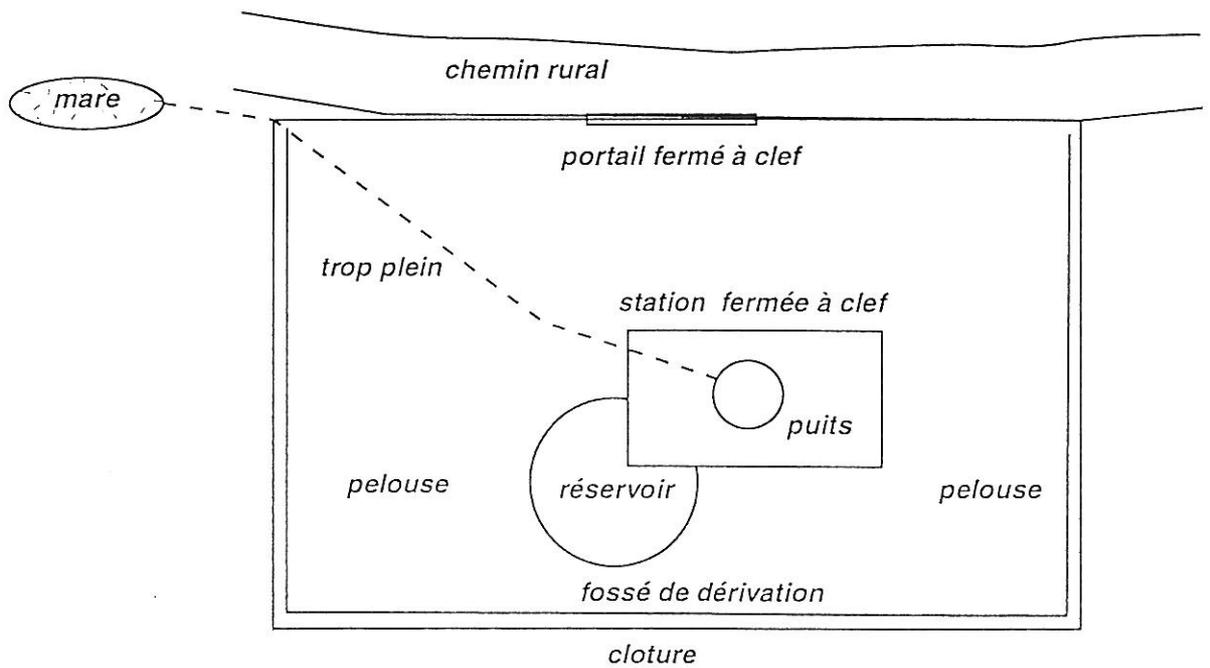


Fig. 2 : localisation du captage des Avelles du SIAEP de Gacé

puits du MANÉ



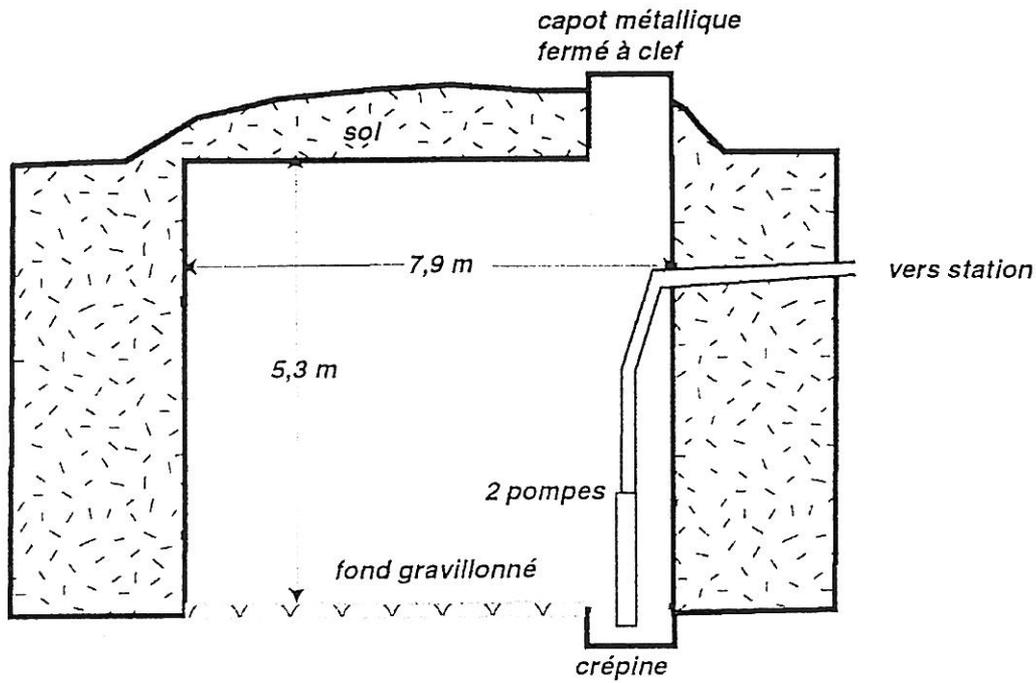
puits circulaire à parois bétonnées



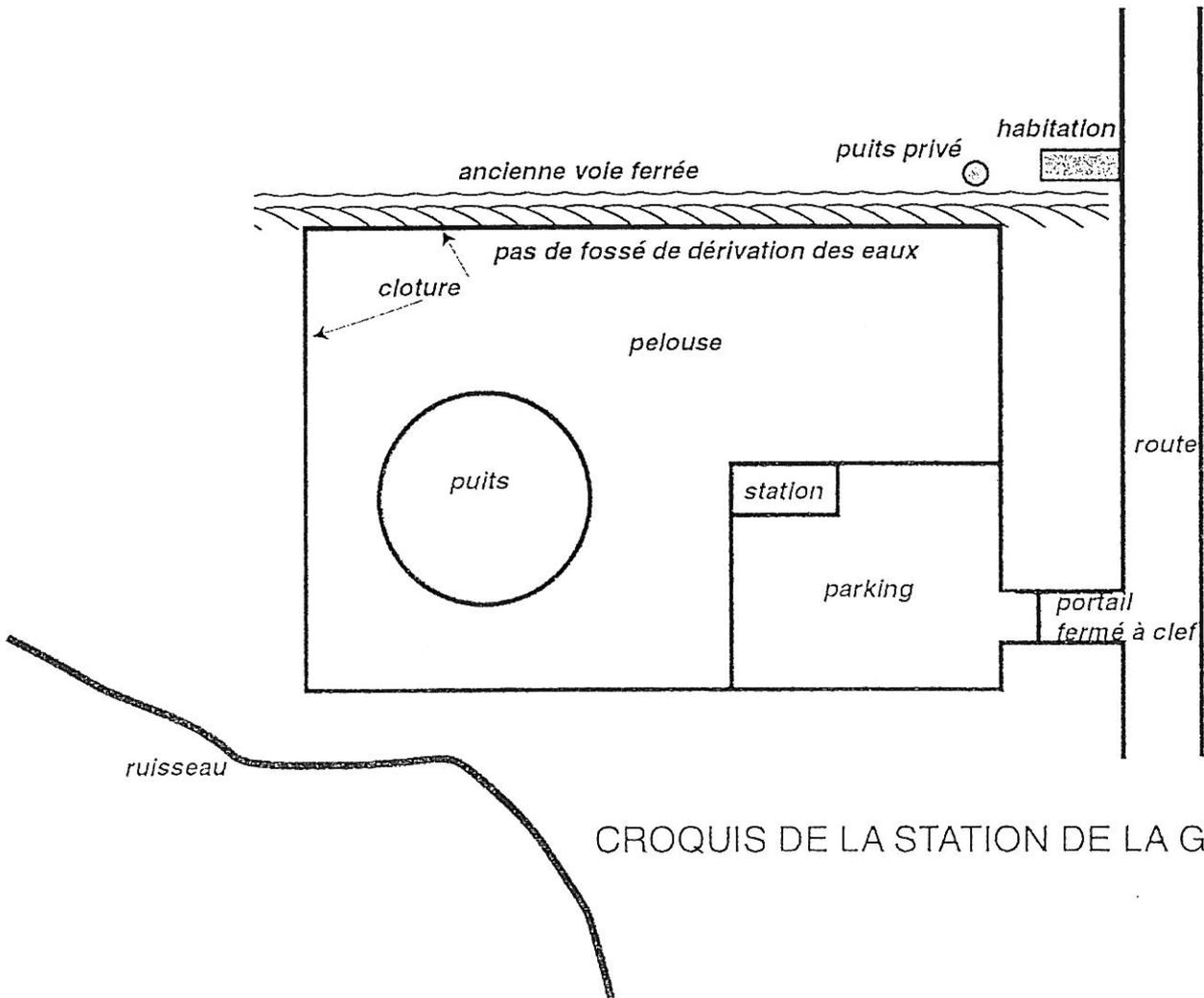
CROQUIS DE LA STATION DU MANÉ

Fig.3 : coupe du captage de Mané et schéma de la station

PUITS DE LA GARE



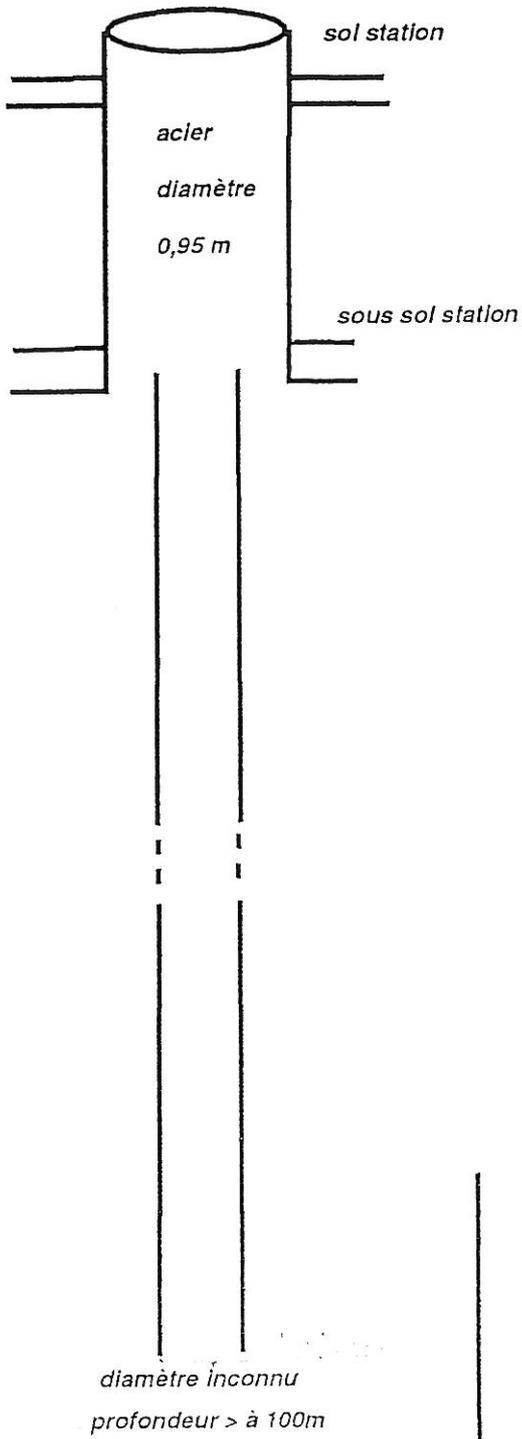
puits circulaire à parois bétonnées



CROQUIS DE LA STATION DE LA GARE

Fig.4 : coupe du captage de la Gare et schéma de la station

FORAGE DES FAVRILS



CROQUIS DE LA STATION DES FAVRILS

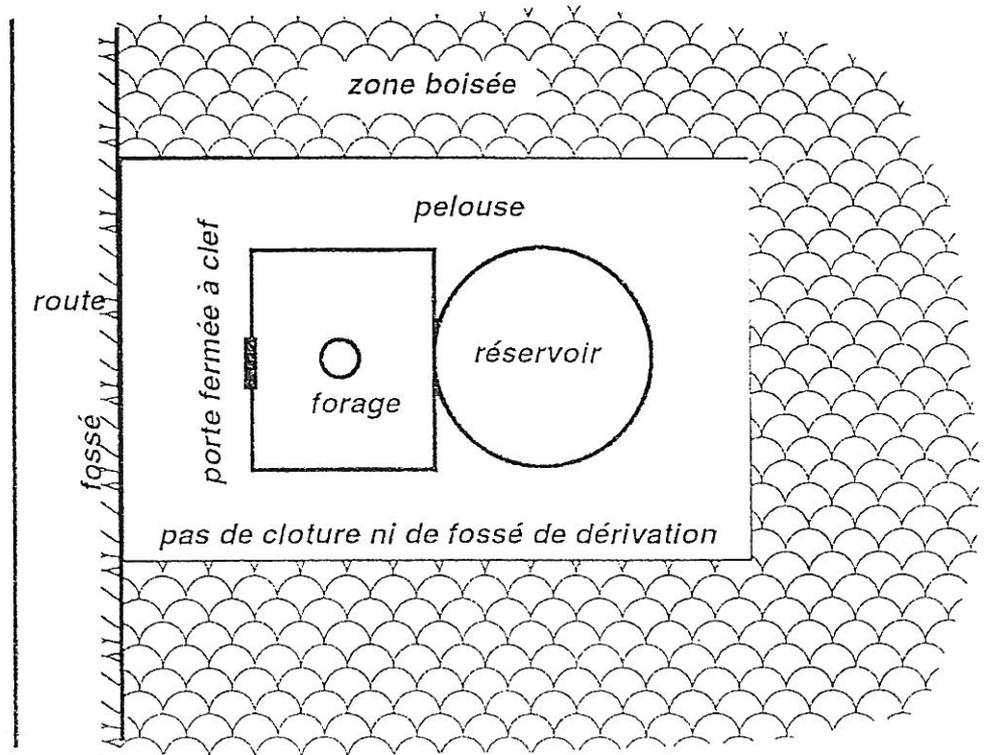
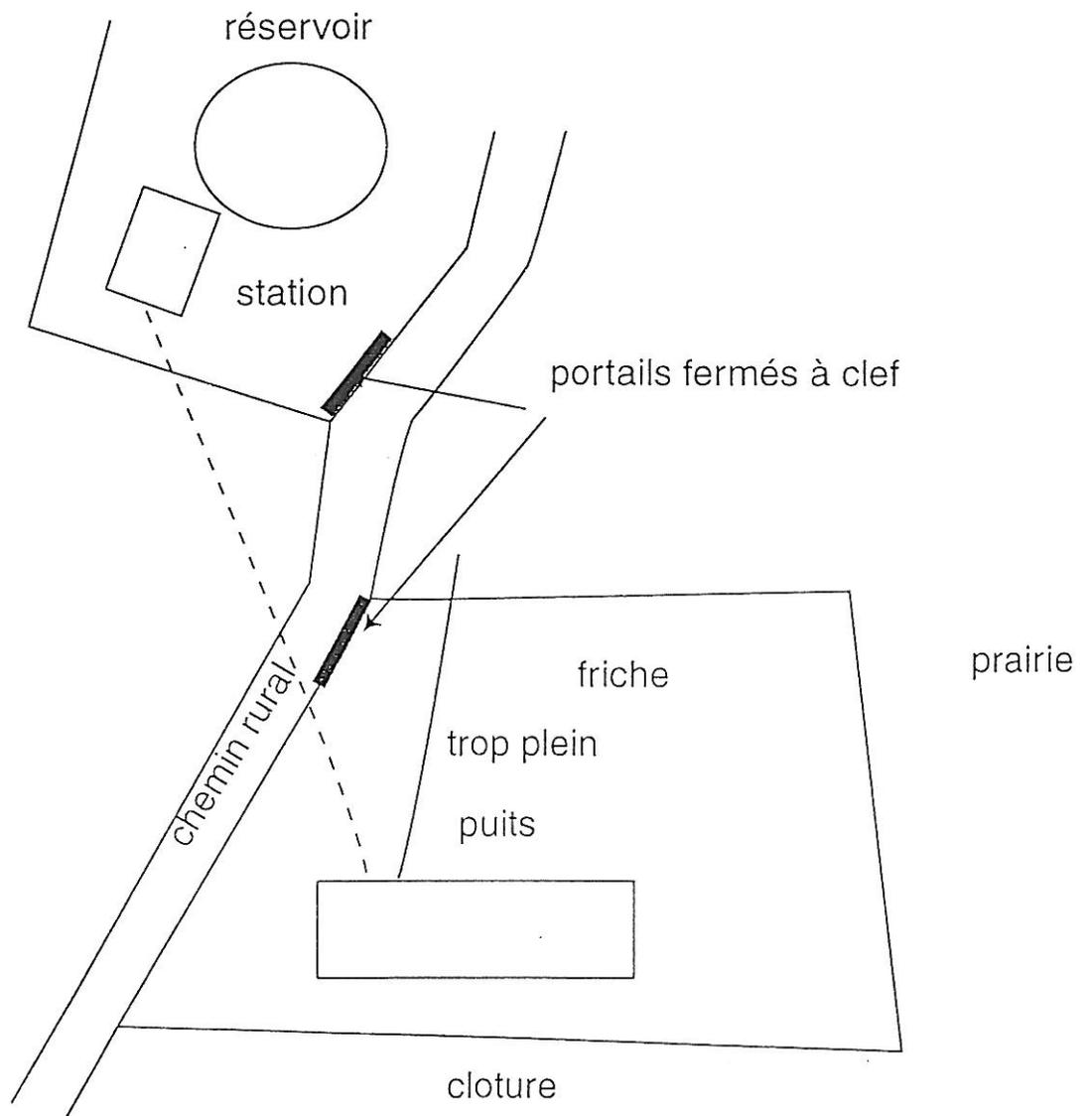
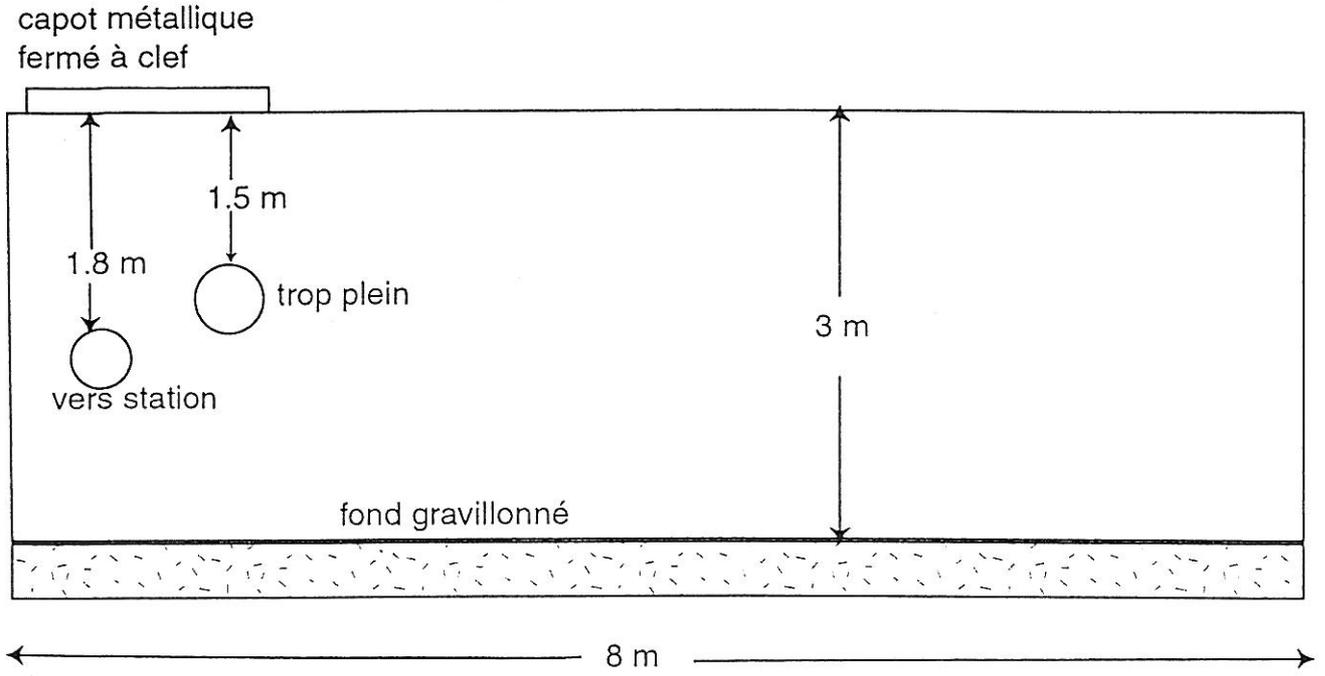


Fig.5 : coupe du forage des Favrils et schéma de la station

puits des ATELLES



CROQUIS DE LA STATION DES ATELLES

Fig.6 : coupe du captage des Atelles et schéma de la station

	Source le Mané à GACÉ	Forage les Favrils à GACÉ	Source la Gare à Cisai-Saint-Aubin	Source les Avelles à MÉNIL-HUBERT	Forage le Blanc Buisson à MARDILLY	TOTAL
Débit de prélèvement Qp en m ³ /h	60	13	42	54		169
Débit d'autorisation de prélèvement			Σ des 2 débits d'exhaure	débit d'exhaure		
Qap en m ³ /h	43	13	25	0	220	301
VOLUME moyen prélevé par jour	573	84	541	789		1987
Vpm en m ³ /j						
Nbre d'heures de prélèvement moyenne par jour	9,6	6,5	12,9	14,6		11,8
Hm = Vpm/Qp						
VOLUME de pointe prélevé par jour	831	122	784	1144		2881
Vpp en m ³ /j	estimé pour Ip = 1,45	estimé pour Ip = 1,45	estimé pour Ip = 1,45	estimé pour Ip = 1,45		
Nbre d'heures de prélèvement de pointe par jour	13,8	9,4	18,7	21,2		17,0
Hp = Vpp/Qp						
Indice de pointe	1,45	1,45	1,45	1,45		1,45
Ip = Vpp/Vpm						
VOLUME de prélèvement maximal par jour - 20 h/24	1200	260	840	1080		3380
Vp20/24 en m ³ /j						
Indice de prélèvement moyen	48 %	32 %	64 %	73 %		59 %
Ipm = Vpm/Vp20/24 en %						
Indice de prélèvement de pointe	69 %	47 %	93 %	106 %		85 %
Ipp = Vpp/Vp20/24 en %						
VOLUME annuel prélevé	0,209	0,031	0,197	0,288		0,725
Vap en 10 ⁶ m ³						
VOLUME annuel prélèvement maximal - 20 h/24 par jour	0,438	0,95	0,307	0,394		1,234
Vapmax20/24 en 10 ⁶ m ³						
Indice de prélèvement d'utilisation	48 %	33 %	64 %	73 %		59 %
Ipu = Vap/Vapmax20/24 en %						
Paramètres qualitatifs ayant dépassé la C.M.A. du 89/3					Fer	

Tab.3 : Bilans besoins-ressources - Syndicat de Gacé
(Source : Syndicat Départemental de l'Eau de l'Orne).

En ce qui concerne le forage des Favrils, les données disponibles (*rapport Safège 1991 et banque de données du sous-sol*) indiquent qu'il a été réalisé en 1933 et approfondi jusqu'à 104 m en 1952, sans que l'on connaisse sa profondeur initiale.

Un essai de pompage en 1952 au débit de 15 à 19 m³/h a entraîné un rabattement de 25,19 m déterminant un débit spécifique de l'ordre de 0,6 à 0,75 m³/h.m.

Aucun traitement n'intervient sur l'eau exhaurée du forage des Favrils.

Pour les trois autres captages, le traitement se résume à une simple désinfection au chlore gazeux.

Le schéma de fonctionnement des ouvrages est illustré en *figure 7* en coupe et en *figure 8* en carte.

L'eau pompée dans chaque ouvrage est dirigée vers neuf réservoirs selon le principe décrit en *figures 7 et 8*.

Les caractéristiques des réservoirs sont reportées en *tableau 4*.

RÉSERVOIRS					
<i>Localisation</i>	<i>Type</i>	<i>Date de création</i>	<i>Capacité en m³</i>	<i>Cote trop plein (m NGF)</i>	<i>Cote sol (m NGF)</i>
Mané	semi-enterré		500	259,22	254,4
Les Favrils	semi-enterré	1936	400	297	293,3
La Tuilerie	semi-enterré		500	308	293,3
Carrefour au son	tour		500	322,87	315,92
Laprelle	semi-enterré		300	293,45	286,9
Crière aux Anes	semi-enterré		500	256	251
Les Atelles	semi-enterré		500	213,05	208,65
Villebadin	semi-enterré		200	181,34	179,84
Volandière	semi-enterré		100	297,31	283,1

Tab.4 : Caractéristiques générales du réseau (Source : SAUR).

Departement de L'ORNE

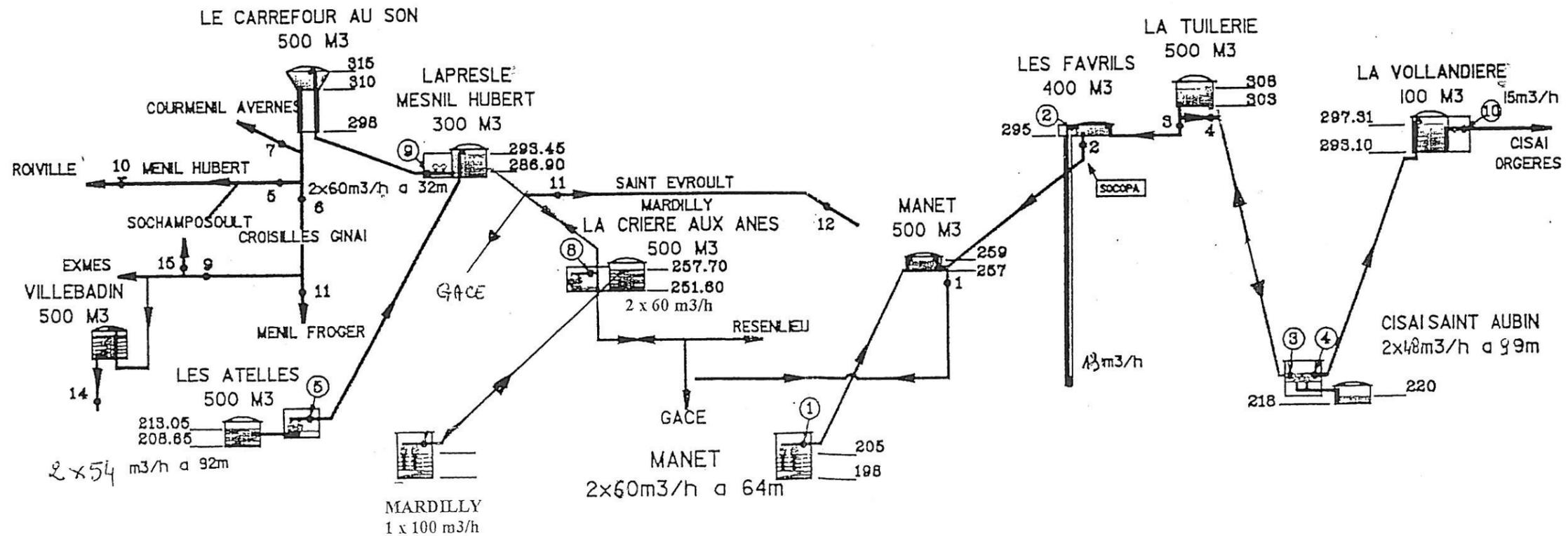
Syndicat de GACE

6118

A.E.P

Schema

de Fonctionnement



STATION DE POMPAGE

STATION DE REPRISE

- Pompes
- ⊗ Compteurs de Sectorisation
- ⊗ Compteurs de Production et Reprise

- Refoulement Distribution
- Refoulement
- Distribution

PORT L'EVEQUE : Le 25/10/1995 Dessine par :ARREGUI.B

Fig.7 : schéma de fonctionnement du réseau (source : SAUR)

SCHÉMA DE DISTRIBUTION SIAEP de Gacé

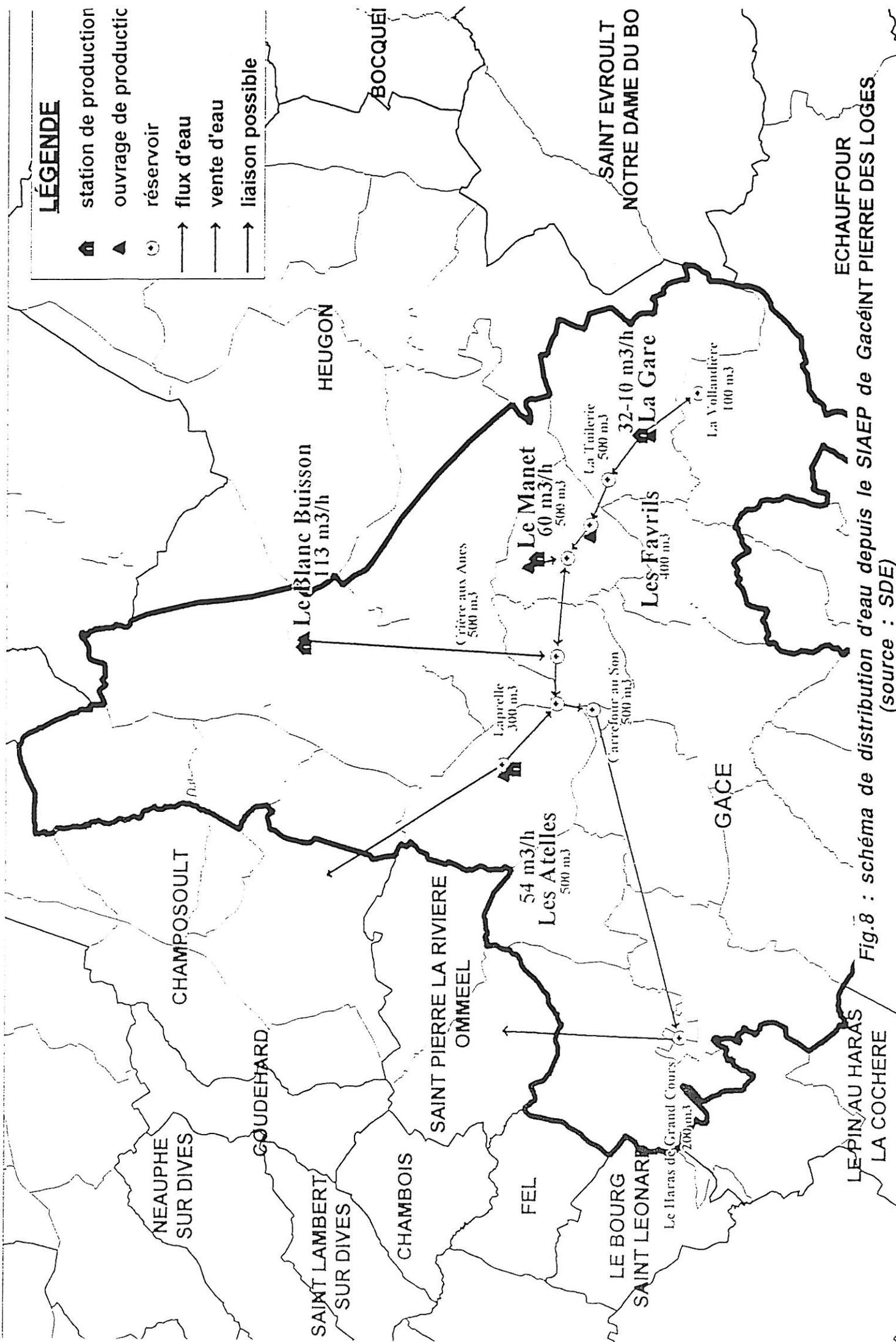


Fig.8 : schéma de distribution d'eau depuis le SIAEP de Gacé (source : SDE)

L'eau est ensuite distribuée par un réseau de 333 km de linéaire dont le rendement est de 78 % (*Tab.5*).

	1994	1995	1996	1997	1998
Rendement (en %)	72	69	73	78	78

*Tab.5 : Évolution du rendement du réseau
(Source : SAUR).*

Le plan du réseau est reporté *hors-texte*.

I-3 - Qualité des eaux

Le captage des Atelles au Mesnil Hubert en Exmes coiffe une source émergeant de la craie du Cénomaniens.

Les captages de Mané (*Gacé*) et de la Gare à Cisai-Saint-Aubin exploitent l'aquifère des calcaires oxfordiens, de même que le forage des Favrils même si les niveaux exploités sont différents (*voir chapitre "Hydrogéologie et piézométrie"*).

L'eau captée est de bonne qualité bactériologique et physico-chimique pour l'ensemble des sources et ne nécessite qu'un traitement léger (*désinfection*) voire aucun traitement dans le cas du forage des Favrils.

L'eau est légèrement basique et dure (*Tab.6*). Les teneurs en nitrates restent très en deçà des normes de potabilité, bien que l'on note une augmentation des teneurs ces vingt dernières années (*fig.9*).

Les teneurs sont comparables sur l'ensemble des sources et du forage des Favrils. Elles étaient légèrement supérieures pour le captage de la Gare à Cisai jusqu'au début des années quatre-vingt-dix (*fig.9*).

On note peu d'évolution des teneurs en nitrates au cours de l'année d'après les mesures effectuées par la SAUR dans le cadre de l'auto-contrôle : les teneurs les plus élevées semblent se situer entre décembre et mars, ce qui correspond aux périodes de plus forte pluviométrie.

LES FAVRILS				
	<i>Minima</i>	<i>Maxima</i>	<i>Nbre de valeurs</i>	<i>Norme</i>
Turbidité	0,12	0,48	3	2 NTU
pH	7,53	7,61	3	6,5<pH<9,5
Nitrates	10	18	5	50 mg/l
Dureté	28,1	31	3	-

MANÉ				
	<i>Minima</i>	<i>Maxima</i>	<i>Nbre de valeurs</i>	<i>Norme</i>
Turbidité	0,18	0,47	4	2 NTU
pH	7,17	7,21	4	6,5<pH<9,5
Nitrates	9	15	7	50 mg/l
Dureté	32,8	34,6	4	-

CISAI-SAINT-AUBIN				
	<i>Minima</i>	<i>Maxima</i>	<i>Nbre de valeurs</i>	<i>Norme</i>
Turbidité	0,11	0,26	3	2 NTU
pH	7,17	7,23	3	6,5<pH<9,5
Nitrates	13	18	5	50 mg/l
Dureté	32,6	33,5	3	-

Tab.6 : Qualité des eaux brutes (Source : SAUR).

Les teneurs en fer sont faibles (< à 0,01 mg/l pour Mané, les Atelles, entre 0,08 et 0,1 mg/l pour la Gare et on note quelques dépassements ponctuels sur le forage des Favriils).

Aucune substance indésirable n'a été décelée dans l'eau brute des autres captages. Seules les sources de la Gare et de Mané ont présenté des contaminations bactériologiques ponctuelles.

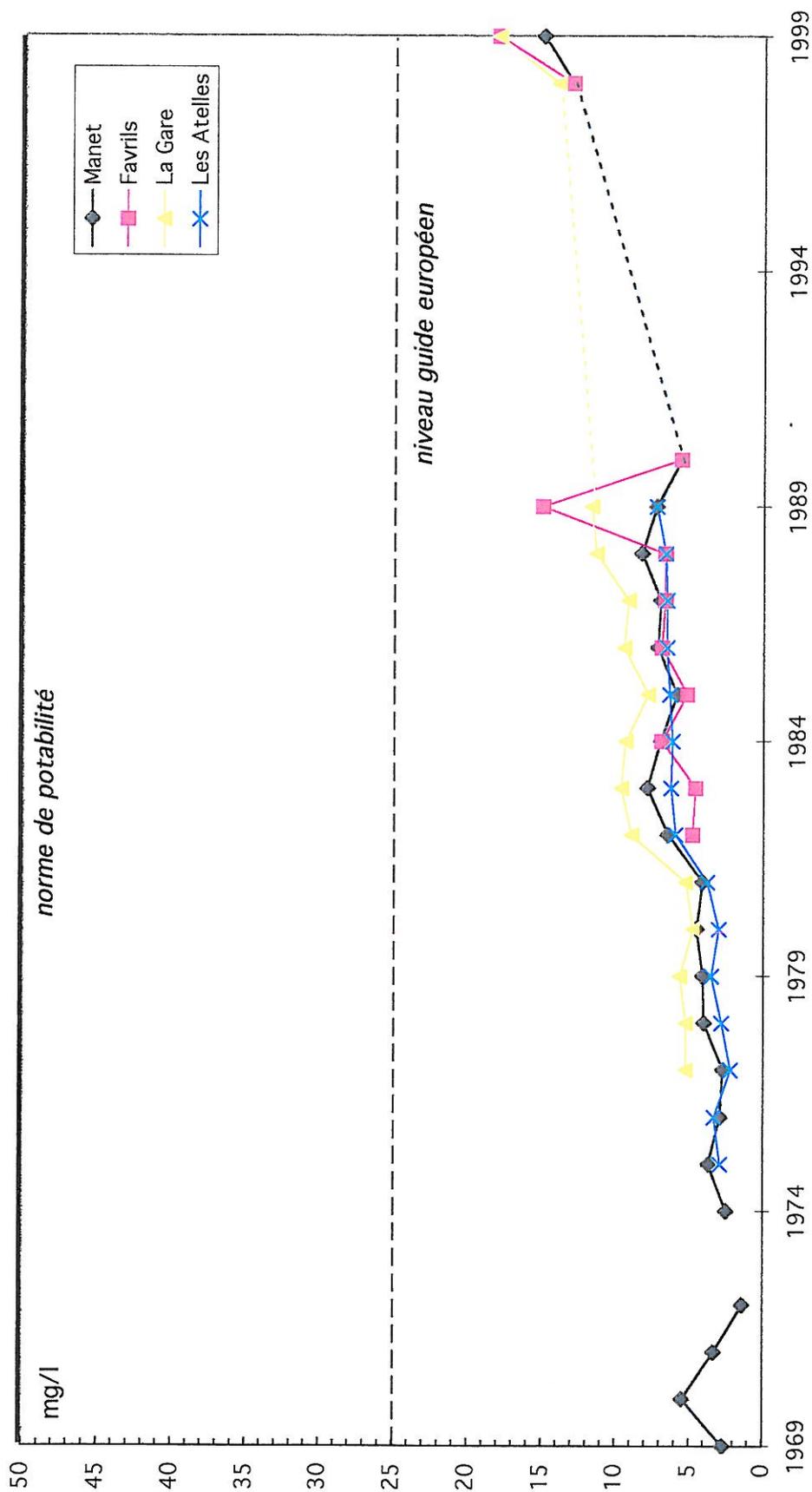


Fig. 9 : évolution des teneurs en nitrates des captages du SIAEP de Gacé

I-4 - Collectivité et population

Le Syndicat Intercommunal d'Alimentation en Eau Potable de Gacé regroupe 20 communes adhérentes (*Tab.7*).

	<i>Population</i>	<i>Abonnés</i>
Aubry-le-Panthou	93	60
Avernes-sous-Exmes	76	43
Cisai-Saint-Aubin	175	122
Coulmer	87	47
Courmenil	100	75
Croisilles	172	106
Exmes	350	227
Fresnaie-Fayel (La)	49	28
Gacé	2041	1104
Ginai	87	46
Mardilly	115	101
Mesnil-Froger	64	42
Mesnil-Hubert-en-Exmes	110	90
Neuville-sur-Touques	191	159
Orgères	172	94
Résenlieu	198	92
Roiville	121	73
Saint-Évroult-de-Montfort	281	99
Saint-Germain-de-Clairefeuille	164	24
Villebadin	133	92

Tab.7 : Répartition des abonnés par commune et population.

Le nombre d'abonnés est de 2733 pour une population du syndicat de 4779 habitants.

L'évolution du nombre d'abonnés est faible (*Tab.8*).

	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>
Branchements en service	2671	2657	2670	2730	2733
Évolution en %		-0,5 %	0,5 %	2,2 %	0,1 %

Tab.8 : Évolution du nombre d'abonnés (Source : SAUR).

La commune de Gacé représente 40 % des abonnés.

I-5 - Mode de gestion et exploitation

Le S.I.A.E.P. de Gacé a confié à la SAUR l'exploitation des ouvrages et le traitement et la distribution de l'eau.

Le volume annuel prélevé au total est de l'ordre de 680000 m³ en 1999.

L'évolution de la production (*Tab.9*) traduit une stabilité depuis 1998 après une diminution de la production de l'ordre de 10 % à partir de 1996 ; 1998 et 1997 représentant deux années de plus forte production.

	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>	<i>1999</i>
Volume produit (m ³)	660681	700171	741889	753460	667207	676716
Volume importé (m ³)	-	-	809	-	-	-
Volume exporté (m ³)	1090	1098	2232	6368	7367	9099
Volume mis en distribution	659591	699073	740466	747092	659840	667617
Évolution en %	-	5,99	5,92	0,89	11,68	1,18

Tab.9 : Évolution de la production d'eau du S.I.A.E.P. de Gacé.

Entre 1 et 2 % de la production sont exportés vers Champosoult. Il y a possibilité d'importation d'eau depuis Saint-Germain-d'Auvray mais aucune importation n'a eu lieu depuis 1996 (*Tab.9*).

Après une évolution croissante jusqu'en 1997, la consommation a légèrement baissé (de l'ordre de 8 %) [*Tab.10*].

	<i>1994</i>	<i>1995</i>	<i>1996</i>	<i>1997</i>	<i>1998</i>
Consommation totale	473617	484854	515636	554184	514261
Consommation moyenne jour (m ³)	1298	1328	1413	1518	1409
Consommation moyenne client/an (m ³)	177	182	193	203	188

Tab.10 : Évolution de la consommation (Source : SAUR).

La commune de Gacé représente environ 40 % de la consommation totale.

Les gros consommateurs représentent moins de 10 % des abonnés.

La production par ouvrage est reportée en *tableau 11*.

C'est le captage des Atelles qui représente la part la plus forte de la production ($\approx 27\%$) suivi du captage de la Gare ($\approx 22\%$), puis du Mané ($\approx 16\%$) et enfin des Favrils ($\approx 5\%$). Le reste de la production est assuré par le forage de Mardilly.

	1996	1997	%	1998	%	1999	%	Janvier à Jul. 2000
Cisai-Saint-Aubin	215060	178439	-17,0	164405	-7,9	150113	-8,7	82612
Gacé - Les Favrils	38390	38182	-0,5	33613	-12,0	35918	6,9	28726
Gacé - Mané	222063	148450	-33,1	99279	-33,1	107689	8,5	87959
Les Groulais	30591	5949	-80,6	0	NS	0		0
Mardilly	0	85937	NS	154946	80,3	133758	-13,7	87986
Mesnil Hubert	262686	216425	-17,6	214964	-0,7	249238	15,9	121833
TOTAL	768790	673382	-12,4	667207	-0,9	676716	1,4	409116

*Tab.11 : Historique de la production par ouvrage
(Source : SAUR).*

D'après la compagnie fermière (SAUR), la production des captages de Mané et des Atelles est en constante diminution, en particulier en période d'étiage.

L'évolution mensuelle de la production totale (*fig.10*) révèle une demande sensiblement constante avec un pic en juillet et parfois décembre.

Les évolutions mensuelles par captage révèlent une baisse de production de certains captages (*les Atelles et le Mané*) entraînant un accroissement de la production au niveau des autres ouvrages (*fig.11*).

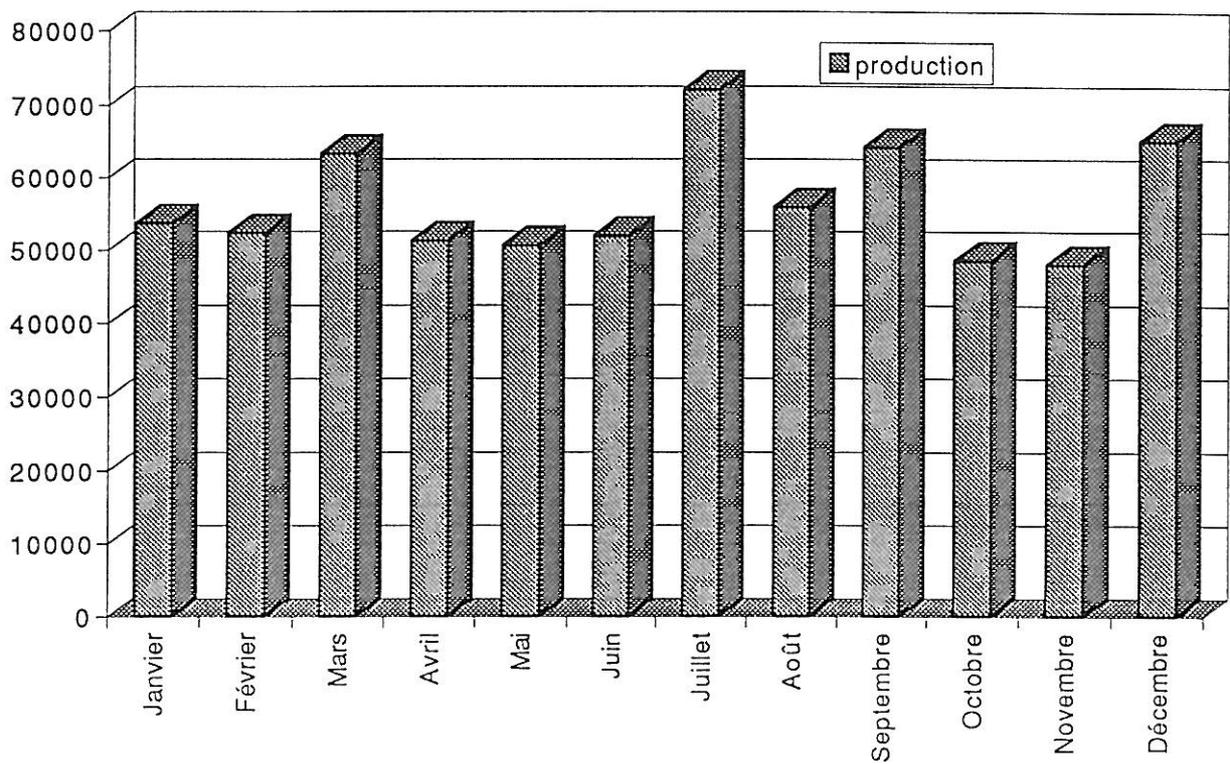


Fig.10 : évolution des productions mensuelles des captages du SIAEP de Gacé

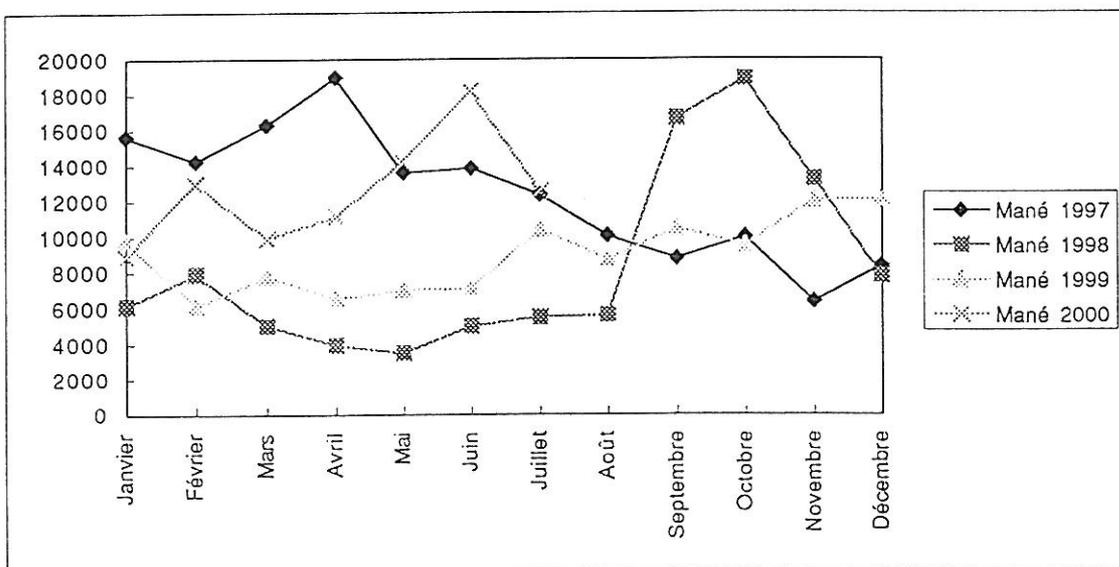
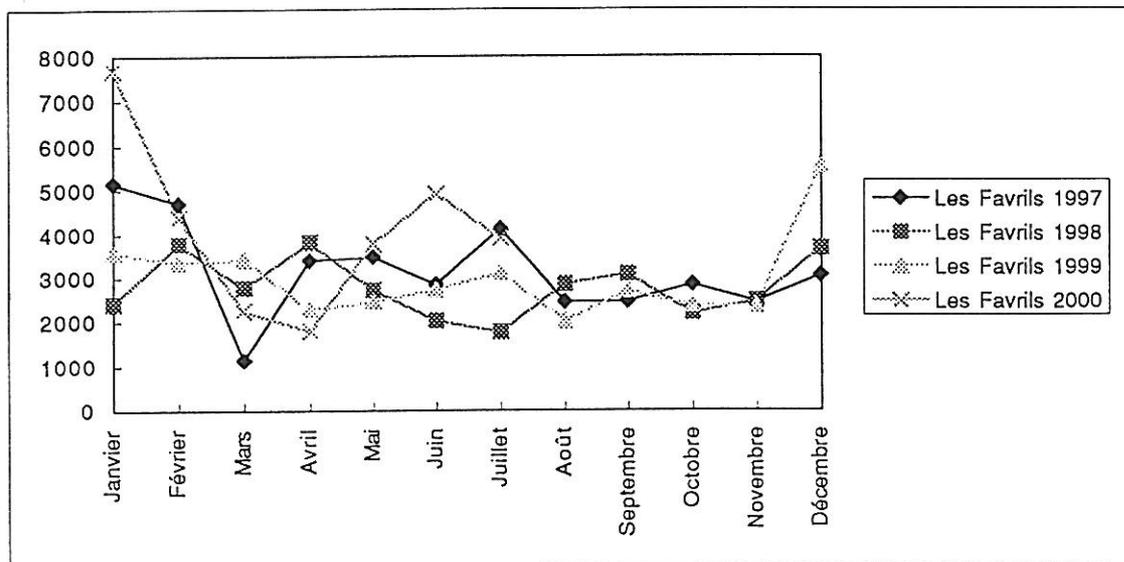
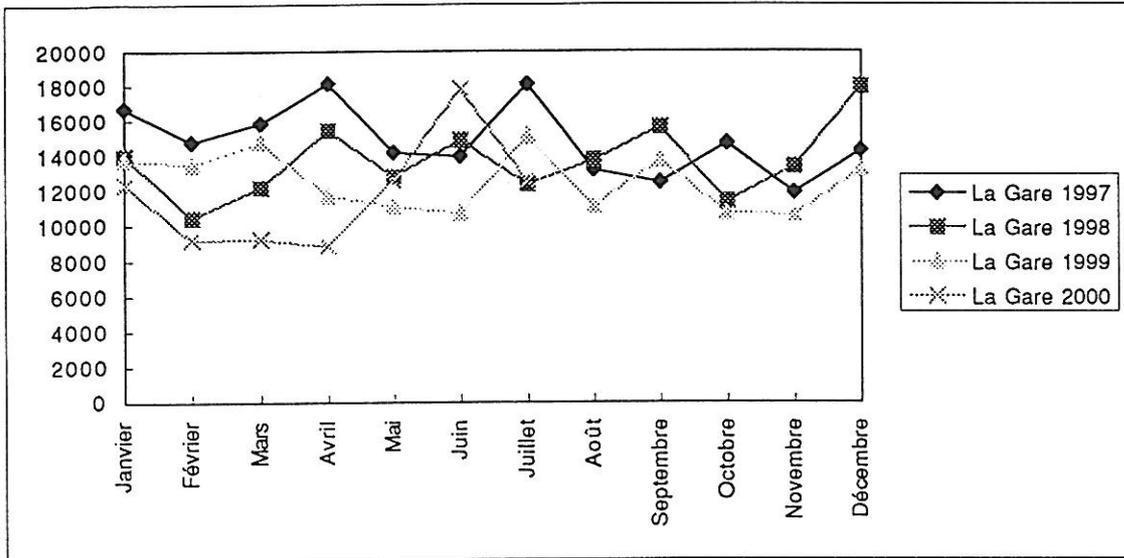


Fig.11 : évolution des productions mensuelles des captages entre 1997 et 2000 (7 premiers mois)

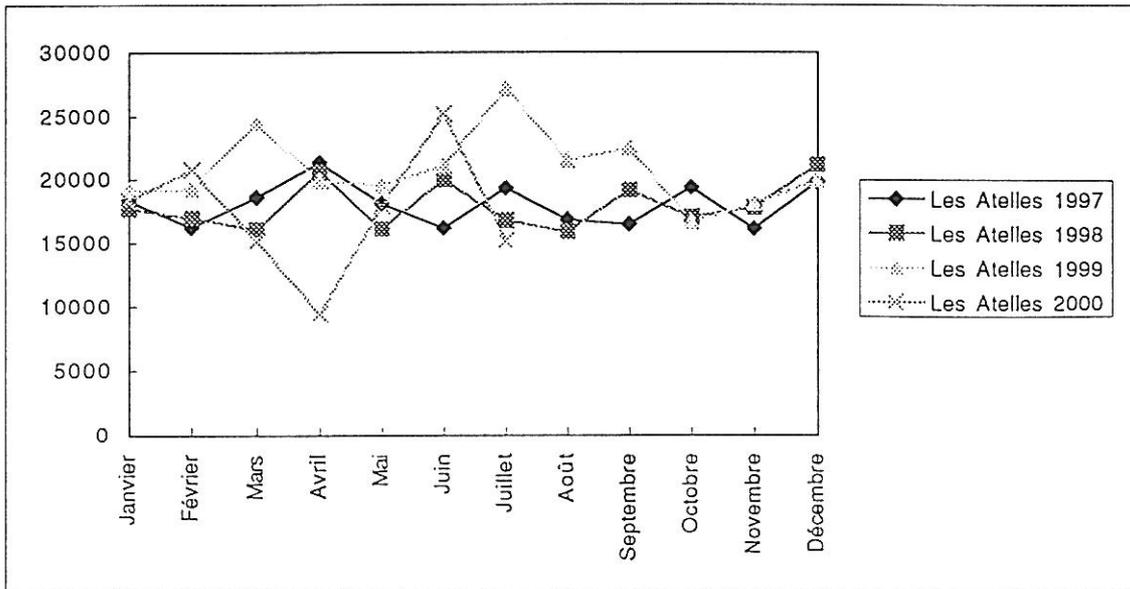
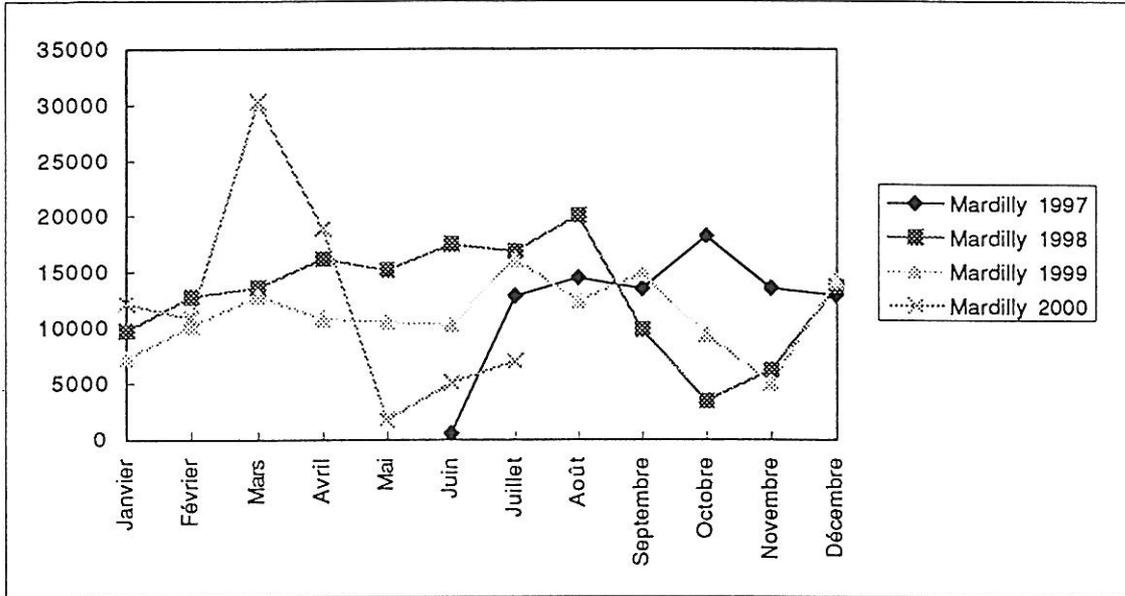


Fig.11 : évolution des productions mensuelles des captages entre 1997 et 2000 (7 premiers mois)

II - Principales caractéristiques de la zone d'étude

Deux zones d'étude distinctes ont été définies par le Syndicat Départemental de l'Eau :

- l'une s'étend (*fig.1*) entre Gacé et Cisai-Saint-Aubin en direction Nord-Ouest / Sud-Est, et couvre les zones d'alimentation des captages de Mané, des Favrils et de la Gare. Elle occupe environ 680 hectares ;
- l'autre (*fig.2*) est localisée à l'Ouest du captage des Atelles. La zone initiale a été redéfinie en cours d'étude après l'analyse piézométrique, en accord avec le SDE. La nouvelle zone d'étude s'étend plus vers le Sud-Est. Elle couvre 296 hectares (*la première environ 285 hectares*).

La première zone d'étude s'étend au travers, majoritairement, de deux communes : Gacé au Nord-Ouest et Cisai-Saint-Aubin au Sud-Est, et accessoirement sur Coulmer. L'extrémité Nord-Est de la zone dans le bois touche la commune de Saint-Évroult-de-Montfort.

La seconde zone d'étude s'étend sur la commune du Mesnil Hubert en Exmes et borde Courmenil au Sud.

II-1 - Topographie

→ Zone Gacé - Cisai-Saint-Aubin

La zone d'étude, bassin d'alimentation rapproché des trois captages du Mané, des Favrils et de la Gare est bordée au Nord-Ouest par la vallée de la Touques, formant une dépression qui se resserre vers le Nord de Gacé.

La *figure 12* illustre la topographie du secteur selon une coupe Nord-Ouest / Sud-Est passant par les trois ouvrages.

Le relief est marqué avec des altitudes comprises entre 200 et 320 m. Le secteur est divisé en deux par une ligne de crête majeure orientée Nord-Est /

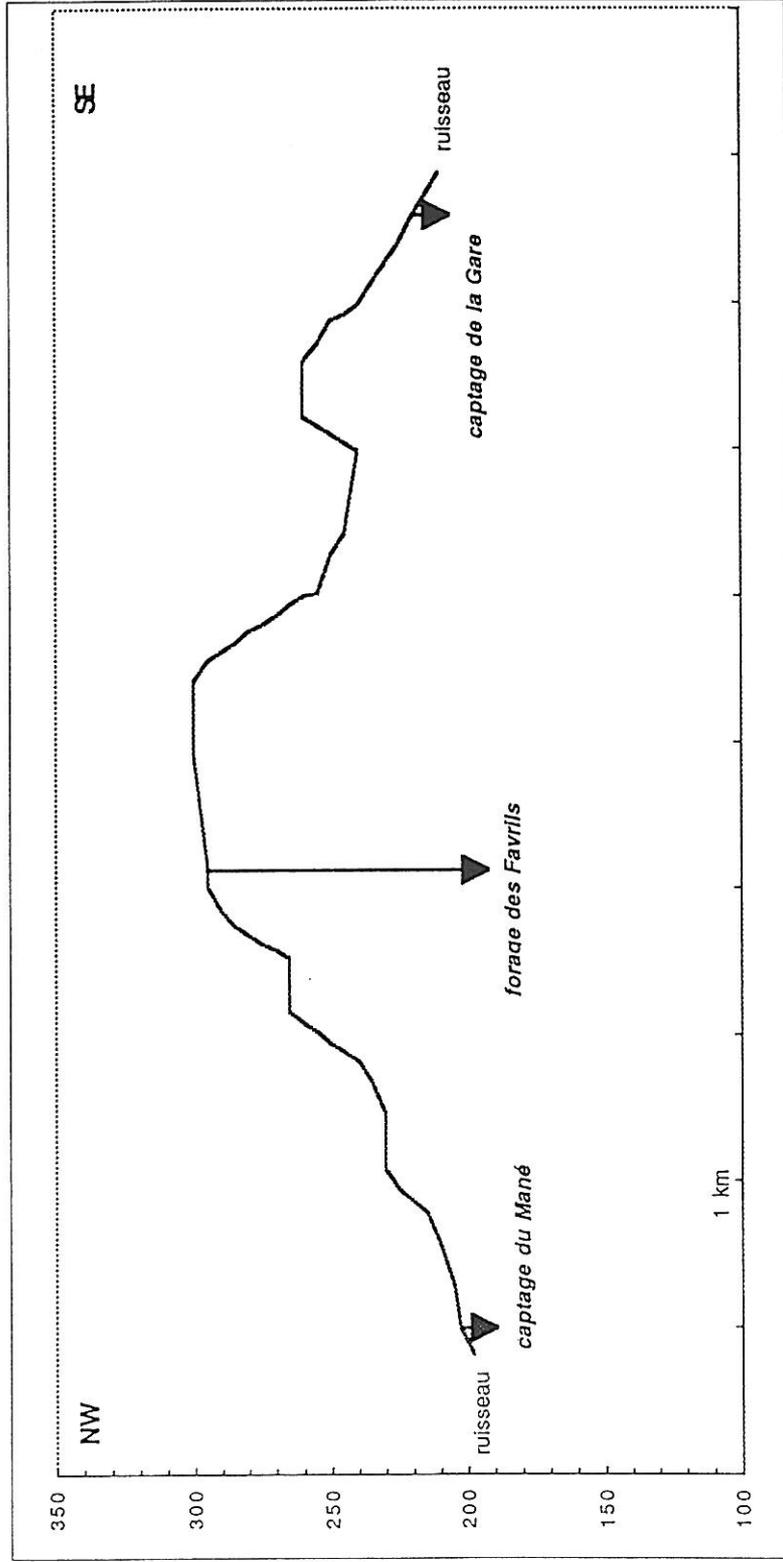


Fig. 12 : coupe au travers de la zone d'étude de Gacé-Cisai

Sud-Ouest correspondant à la zone boisée centrale (*fig.1 et 12*). Le forage des Favrils est situé en bordure Sud-Ouest de cette crête.

La carte des pentes de la *figure 13* illustre bien ce relief marqué par de fortes ruptures de pentes. Sur la base de cette carte, on remarque que la ligne de crête centrale sépare au Nord-Ouest et au Sud-Est, deux zones où les directions des talwegs sont sub-perpendiculaires.

☞ **dans la partie Nord**, zone d'alimentation du captage de Gacé, les talwegs s'orientent majoritairement dans une direction Sud-Est / Nord-Ouest pour rejoindre la Touques d'orientation sub-méridienne, à l'Ouest de Gacé (*fig.13*). La source de Mané se situe à l'intersection de deux talwegs ;

☞ **dans la partie Sud**, zone d'alimentation du captage de la Gare, les talwegs sont orientés Sud - Sud-Ouest / Nord - Nord-Est, et rejoignent le ruisseau de la Fontaine Bouillante d'orientation Nord-Est / Sud-Ouest, au Sud de Cisai-Saint-Aubin. La source de la Gare se situe à l'aval d'un talweg à proximité de la confluence avec le ruisseau de Fontaine Bouillante.

D'un point de vue général, on note de fortes pentes ($> 10\%$) au flanc des talwegs.

→ Zone source des Atelles

La zone d'étude est centrée à l'amont de la source de la rivière La Vie (*fig.2*). Les altitudes sont comprises entre 200 m au Nord vers la source des Atelles et 295 m vers l'extrême Sud-Est de la zone (*fig.2*).

La topographie est principalement marquée par une succession de talwegs d'orientation Nord - Nord-Ouest / Sud - Sud-Est, bordés par de fortes pentes, comme l'indique la carte de la *figure 14*.

La source des Atelles est localisée à proximité de l'intersection avec deux talwegs (*fig.14*).

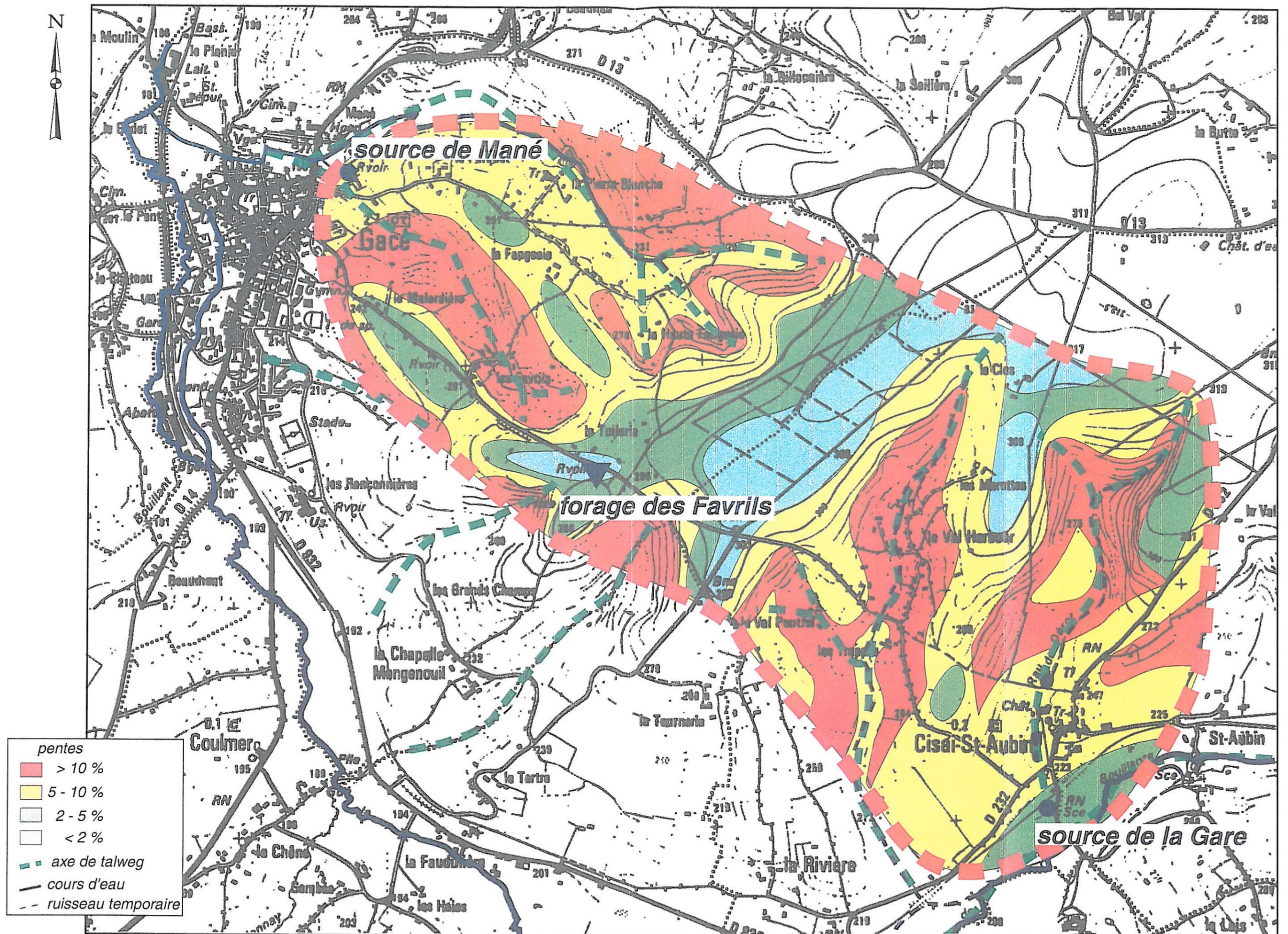


Fig. 13 : carte des pentes - zone Gacé-Cisai

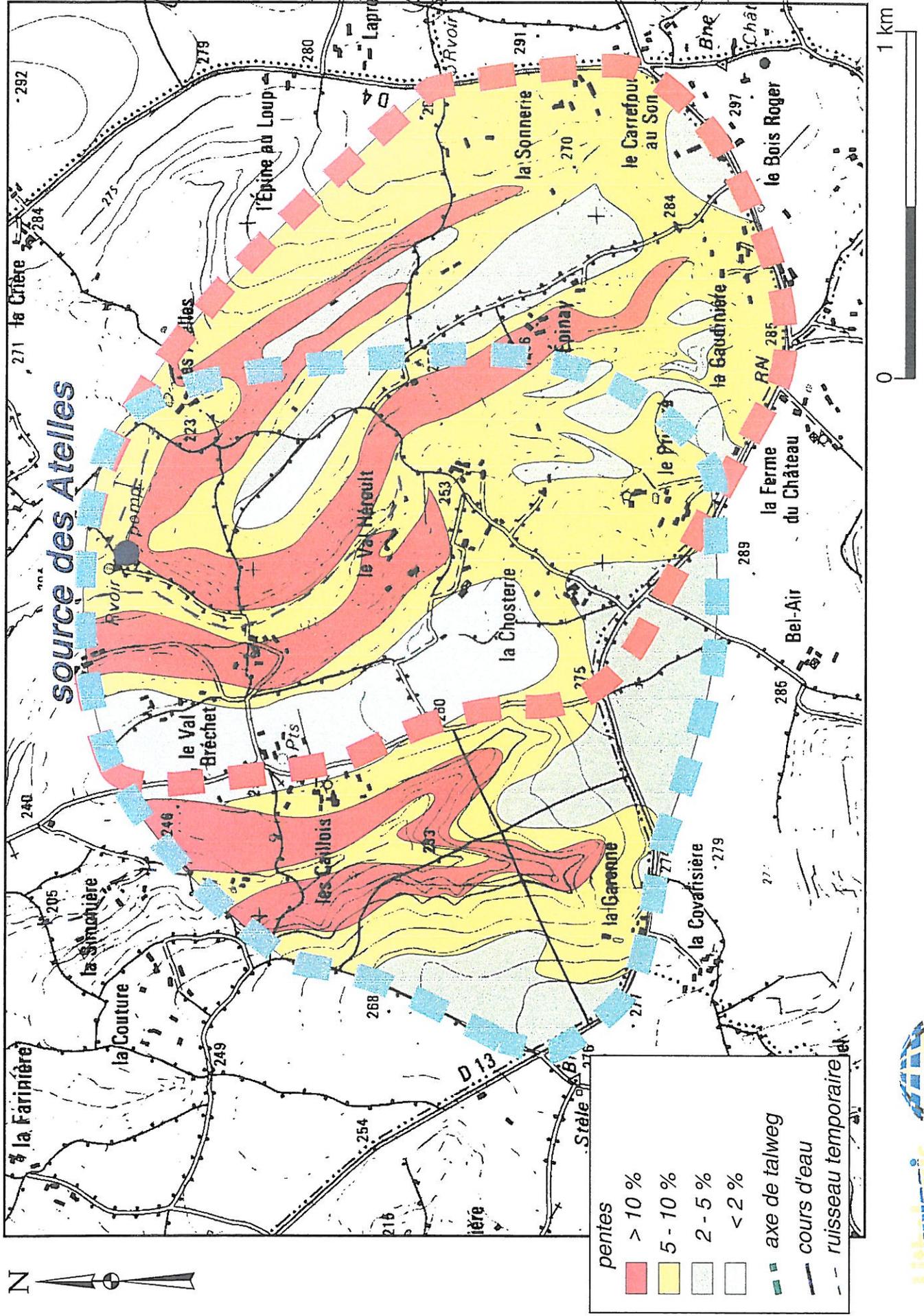


Fig. 14 : carte des pentes - zone des Atelles

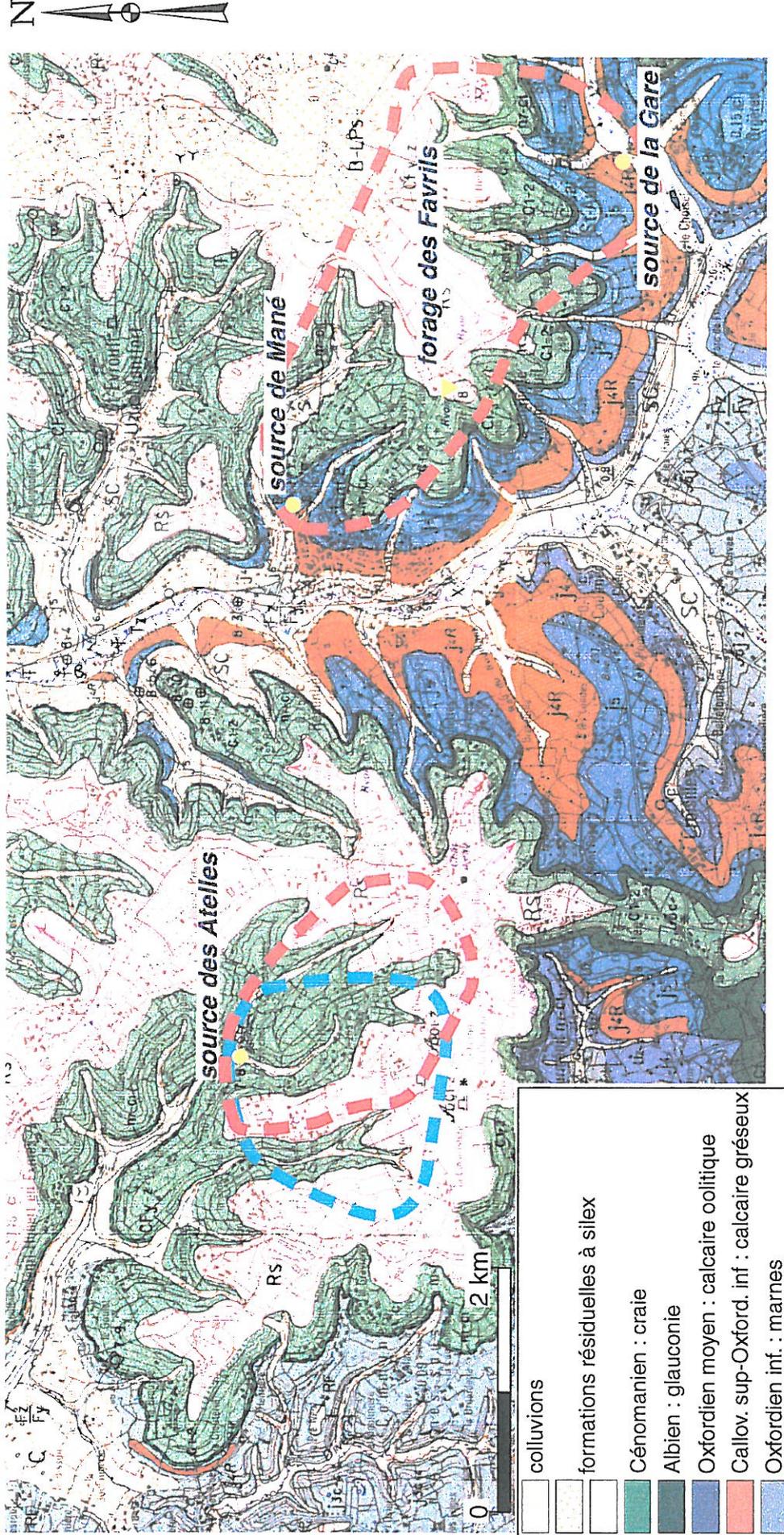


Fig. 15 : contexte géologique des captages du SIAEP de Gacé

II-2 - Géologie

Les deux zones d'étude sont reportées dans leur contexte géologique sur la carte de la *figure 15*, réalisée à partir des cartes géologiques au 1/50000^e de Vimoutiers pour la partie Nord, et de Sées pour la partie Sud.

Une synthèse géologique avait déjà fait l'objet d'un rapport lors d'une étude géophysique antérieure (SAFEGE 1999 - MS/FD/A233).

Elle est rappelée ici pour mémoire :

«Le secteur de Gacé est situé sur un panneau structural limité au Sud par la faille d'extension régionale dite de Merlerault, orientée globalement Est-Ouest.

Ce panneau est relevé au Sud le long de cet axe structural régional, avec affleurement des calcaires bathoniens au niveau de Nonant le Pin et le Merlerault. Vers le Nord, et vers l'Ouest, il y a ensuite ennoyage progressif, avec successivement du Sud au Nord, affleurement des formations du Callovien, de l'Oxfordien argileux, de l'Oxfordien calcaire puis du Cénomaniens.

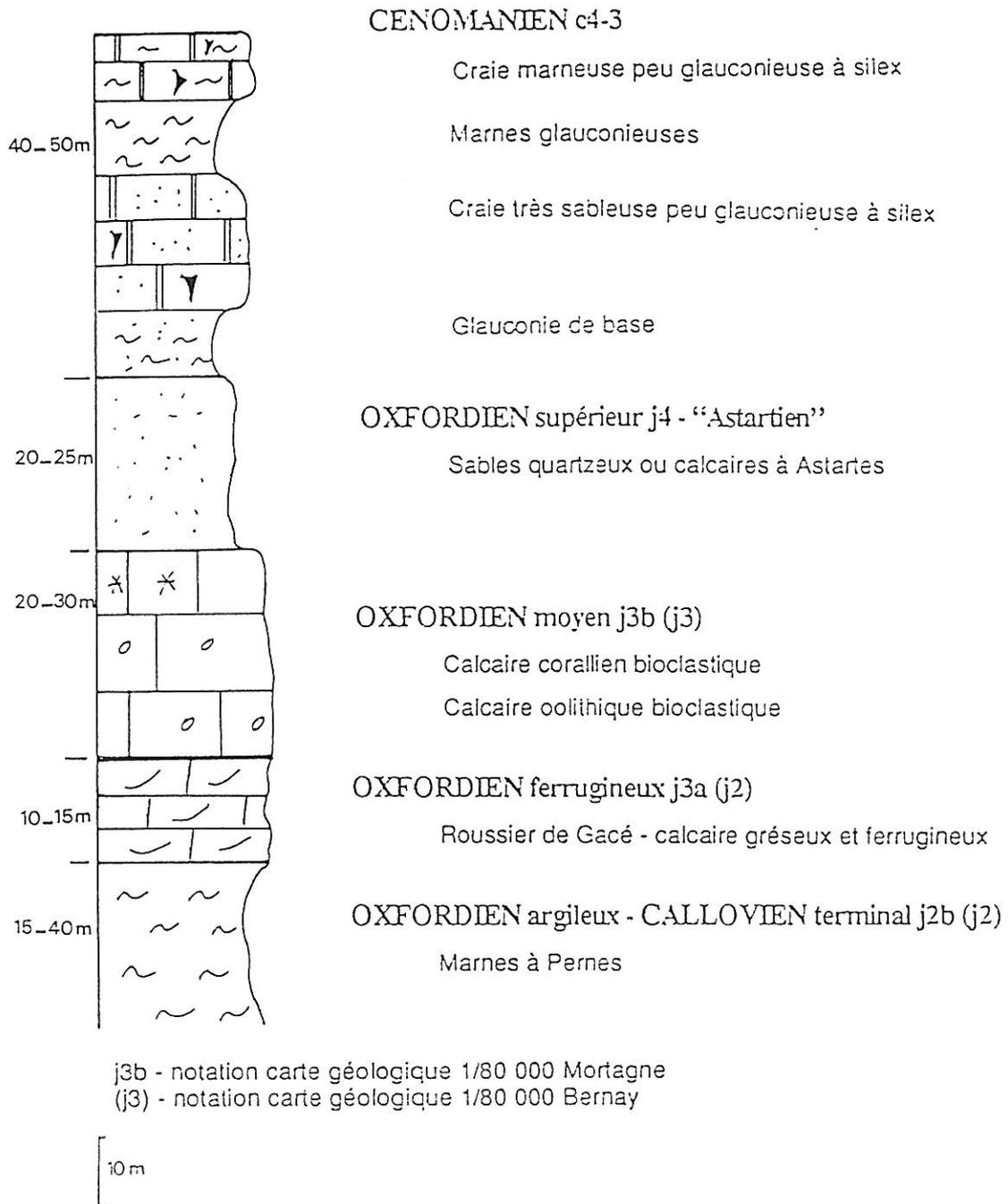
Cette structure définit un système de cuestas, notamment au passage des argiles et marnes aux calcaires de l'Oxfordien (Orgères) et des calcaires oxfordiens aux formations du Cénomaniens (Saint-Évroult de Montfort, Mardilly).

Une direction structurale importante est définie en photographies aériennes dans la région de Gacé selon l'axe Nord-Sud, sur lequel s'est développée la vallée de la Touques. Celle-ci est très évasée au Sud de Gacé dans les formations argileuses de l'Oxfordien, pour se resserrer au Nord de Gacé où elle entaille les calcaires plus résistants de l'Oxfordien supérieur.

L'analyse des photographies aériennes permet en outre de définir deux directions structurales secondaires, conjuguées de la direction Nord-Sud, N 50° E et N 130-140° E, selon lesquelles se développe notamment le réseau hydrographique secondaire (ruisseaux du Douy, de Chaumont, du Bouillant, de Fontaine Bouillante).

*Le secteur de Gacé est caractérisé par les formations affleurantes de l'Oxfordien et du Cénomaniens, sous recouvrement localisé d'alluvions (vallée de la Touques principalement), et d'argile à silex sur les plateaux de part et d'autre de la vallée de la Touques (cf coupe théorique en *figure 16*).*

Les principales unités à l'affleurement sont les suivantes (de bas en haut) :



*Fig.16 : log stratigraphique théorique du secteur de Gacé
(source : SAFEGE)*

- *Oxfordien argileux - Callovien terminal - Marnes à Pernes ou argiles de Dives, de 15 à 40 m d'épaisseur : ce sont des marnes bleues, grasses, alternant localement avec des bancs de calcaires argileux ;*
- *Oxfordien ferrugineux - Faciès du Roussier de Gacé : il s'agit principalement d'un calcaire à structure lumachellique, gréseux et ferrugineux, à stratifications obliques. L'altération d'une telle formation conduit à un sable de teinte rouille, ferrugineux et coquiller. La structure et la fracturation du Roussier de Gacé conduisent par ailleurs à un débit en petits blocs ou en grandes dalles métriques. L'épaisseur du Roussier de Gacé varie latéralement et verticalement. Elle est estimée entre 10 et 20 mètres environ. La limite supérieure du Roussier de Gacé est définie par une discontinuité sédimentaire, nommée "la surface de Gacé", surface ferrugineuse encroûtée. La limite inférieure avec les Marnes à Pernes est évolutive avec un faciès intermédiaire d'au moins 5 m d'épaisseur à l'affleurement ;*
- *Oxfordien moyen - Calcaire oolithique et calcaire corallien : l'épaisseur de L'oxfordien moyen varie très rapidement (20 à 30 m selon la notice de la carte de Mortagne). A la base se développe un niveau de calcaire oolithique, surmonté d'un niveau de 8 à 10 m d'épaisseur de calcaire récifal à Polypiers. Dans le secteur de Gacé, le corps oolithique est très réduit ;*
- *Oxfordien supérieur - "Astartien" - Représenté dans le secteur d'Échauffour par des calcaires à Astartes d'une trentaine de mètres d'épaisseur. Plus au Nord de Gacé, dans la vallée de l'Orbec, L'Oxfordien supérieur est représenté par des sables quartzeux de 20 à 25 m d'épaisseur. L'extension de l'Astartien dans le secteur de Gacé est en revanche plus imprécise ; il s'agit généralement d'un calcaire sublithographique dont le contact avec les formations coralliennes sous-jacentes est très mal connu ;*
- *Cénomaniens moyen et inférieur - Craie et glauconie de base, épaisseur variable, estimée à 40-50 m. La série complète comprend à la base le faciès de la "glauconie de base", argilo-sableux, surmonté de couches de craie sableuse peu glauconieuse à silex. Puis viennent des marnes glauconieuses, surmontées par la craie blanche marneuse à silex, peu glauconieuse.*

Les affleurements de l'Oxfordien argileux sont essentiellement situés au Sud de Gacé, où la vallée de la Touques s'élargit notablement, et au Nord de Gacé en fond de vallée de la Touques principalement.

Les affleurements du Roussier de Gacé et de l'Oxfordien moyen récifal se répartissent principalement sur les versants de la vallée de la Touques, de la vallée du ruisseau de Launay (Croisilles) et de celle du ruisseau de Fontaine Bouillante (Cisai-Saint-Aubin) à la base des cuestas et des plateaux constitués des formations cénomaniennes.»

➤ Contexte géologique des captages

- le captage des Atelles est localisé dans la craie du Cénomaniens ;
- le captage de Mané est situé dans les calcaires gréseux et ferrugineux du Roussier de Gacé ;
- le captage de la Gare est implanté dans les calcaires gréseux (*Roussier*) de l'Oxfordien inférieur ;
- le forage des Favrilis traverse vraisemblablement l'ensemble de l'Oxfordien moyen (*calcaires coralliens* et du Roussier (*calcaires gréseux*)).

II-3 - Hydrographie

La zone de Gacé - Cisai-Saint-Aubin est située en bordure Est de la vallée de la Touques (*figures 1 et 13*).

Dans la partie Nord, un ruisseau borde au Nord le captage de Mané. Il prend sa source dans les talwegs au pied des contreforts du bois pour se jeter dans la Touques en bordure Nord de Gacé.

Dans la partie Sud, des ruisseaux temporaires s'écoulent du Nord - Nord-Est vers le Sud - Sud-Ouest pour rejoindre le ruisseau de Fontaine Bouillante.

Le captage de la Gare est localisé dès le prolongement du ruisseau du Dérot à proximité de sa confluence avec le ruisseau de Fontaine Bouillante (*fig.1*).

La zone du captage des Atelles est traversée en son centre du Sud vers le Nord par deux ruisseaux temporaires, formant la source de la rivière La Vie (*figures 2 et 14*). Le captage se situe au Sud de la confluence entre les deux ruisseaux.

II-4 - Hydrogéologie et piézométrie

Les quatre captages du S.I.A.E.P. ne captent pas tous le même aquifère (*fig.15*).

- ➔ le captage des Atelles exploite une émergence de l'aquifère de la craie cénomaniennne au contact avec la glauconie de base ;
- ➔ le captage de Mané exploite l'aquifère oxfordien du Roussier ;
- ➔ le captage de la Gare à Cisai-Saint-Aubin capte une émergence de l'Oxfordien inférieur nommé le Roussier (*calcaire gréseux*) de Gacé ;
- ➔ le forage des Favrils intercepte vraisemblablement les deux aquifères précédents sans que l'on sache réellement s'il existe une discontinuité hydrodynamique (*niveau imperméable*) entre les deux formations ou s'il s'agit au contraire du même aquifère.

Une recherche hydrogéologique par forage a été réalisé en 1992 à l'amont du captage du Mané pour tenter de traverser le Roussier sous sa forme calcaire, pour renforcer la ressource ; seuls des sables argileux ont été rencontrés. Les forages ont été rebouchés.

On ne connaît pas les paramètres hydrodynamiques au droit des ouvrages en raison de leur ancienneté.

Dans le cadre de cette étude, une campagne de relevés piézométriques a été réalisée durant la deuxième semaine d'août 2000. Les cotes ont été mesurées à la sonde électrique et ramenées au NGF d'après la carte topographique au 1/25000.

→ Zone Gacé - Cisai-Saint-Aubin

La localisation des puits et leurs cotes piézométriques sont reportées en *figure 17* ; une esquisse piézométrique est illustrée en *figure 18*.

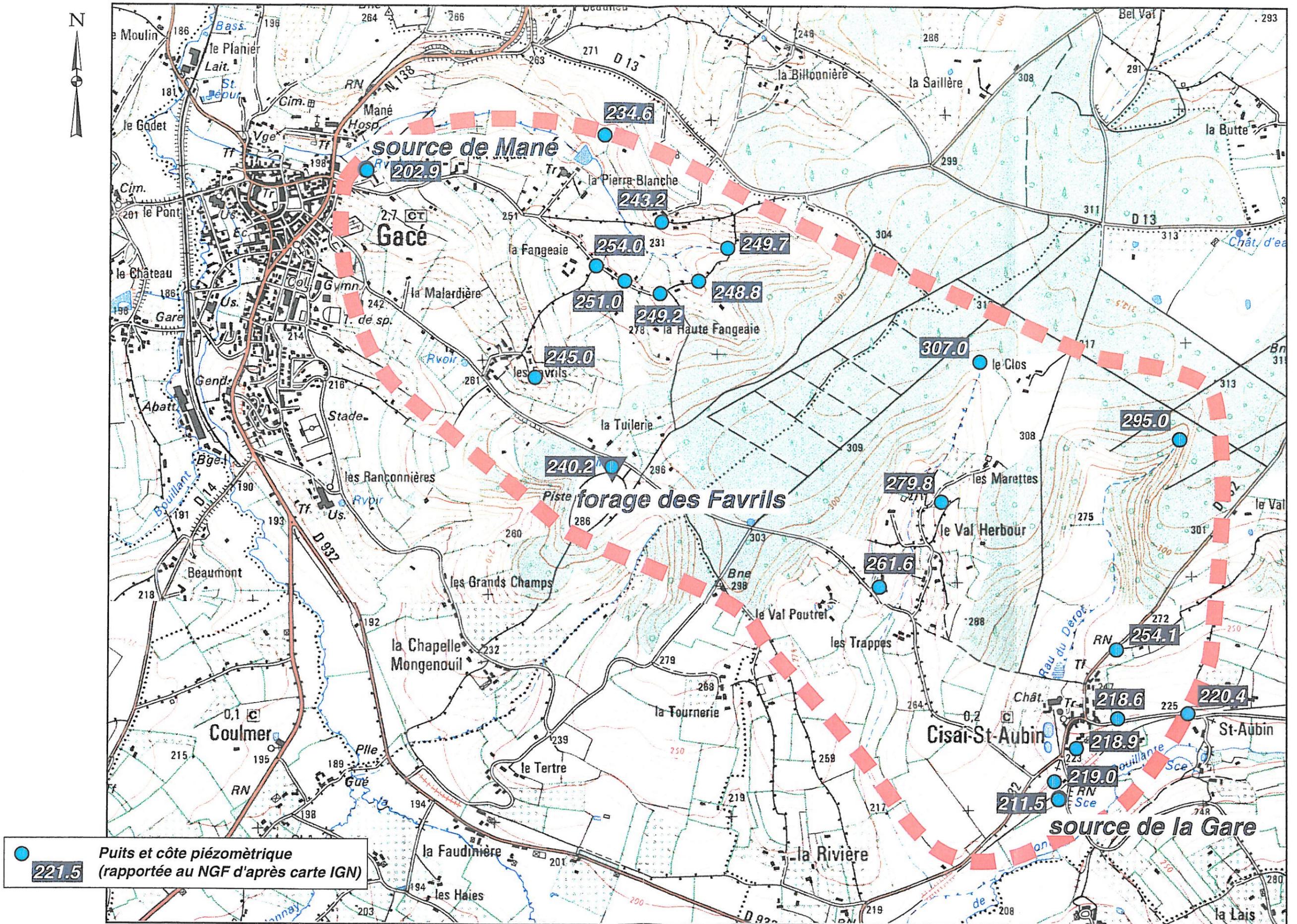


Fig. 17 : relevé et niveaux piézométriques (cotes rapportées au NGF)

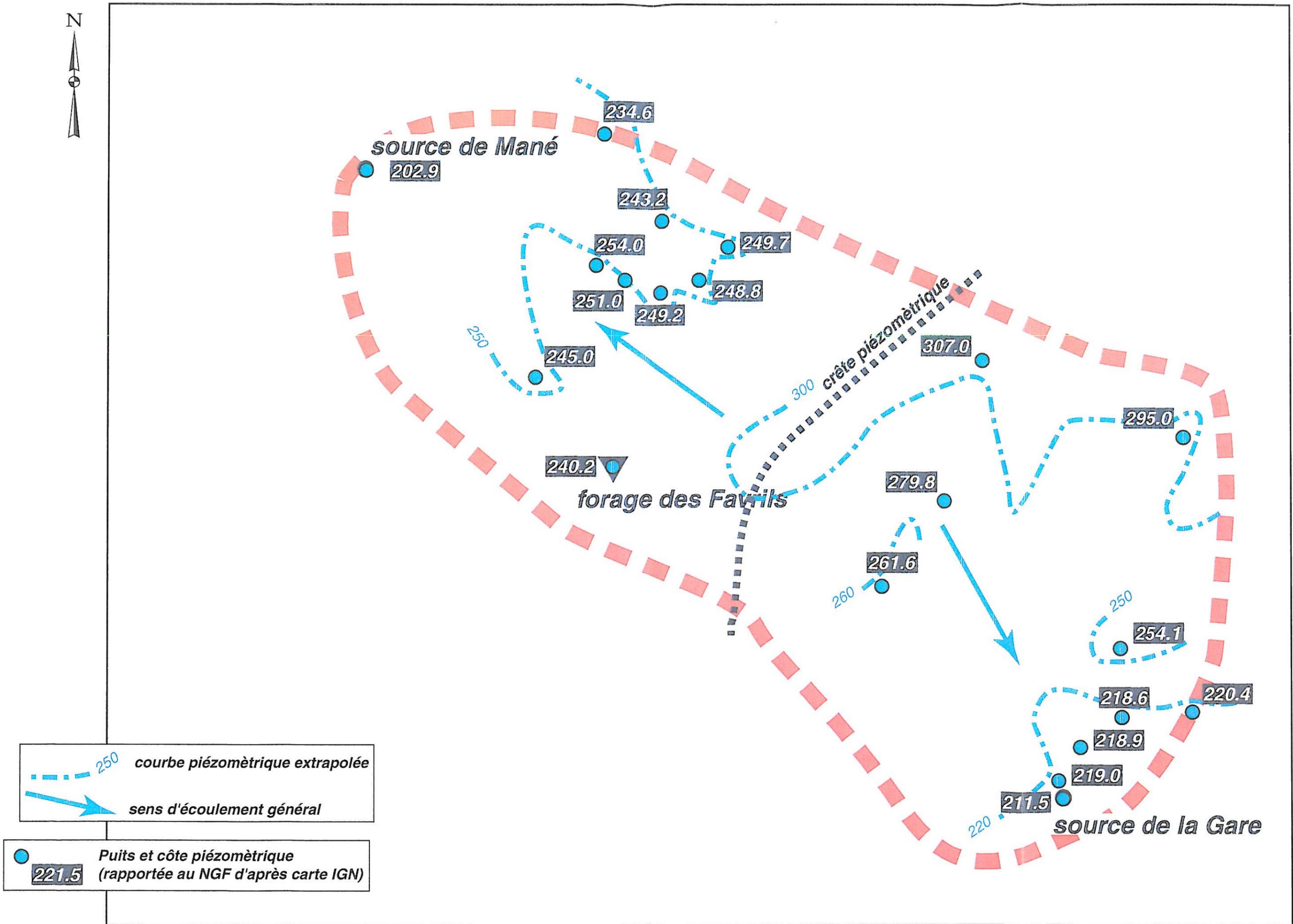


Fig. 18 : esquisse piézométrique

Les niveaux piézométriques étaient très souvent peu profonds ($\leq 1\text{ m}$) dans le Nord de la zone ; ils s'approfondissent vers le Sud (*entre 3 et 6 m*). On ne connaît pas toutefois l'étendue du cône d'influence du pompage au moment des mesures.

Il semble que le niveau mesuré dans le forage des Favrils soit un niveau dynamique ; le forage étant en cours de pompage.

Les variations de niveau dépendent vraisemblablement de la localisation des puits mesurés dont la répartition est hétérogène sur le secteur d'étude.

Certains niveaux mesurés sont ceux d'émergence de source. A partir de ces points, et bien que les données soient insuffisantes, une esquisse piézométrique a été tentée (*figure 18*).

La piézométrie semble suivre la topographie. La zone d'étude serait alors divisée en deux zones d'alimentation séparées par une crête piézométrique :

- ① dans la zone Nord, l'écoulement présente un sens général vers le Nord-Ouest et alimente le captage de Mané et le forage des Favrils ;
- ② dans la zone Sud, le sens général d'écoulement s'oriente vers le Sud Sud-Est et alimente la source de la Gare.

→ Zone des Atelles

La même démarche a été réalisée sur la zone d'étude de la source des Atelles. De nombreux puits montrent des niveaux piézométriques profonds (*entre 20 et 30 m*) ; ces puits sont localisés dans des zones topographiques élevées (*fig.19*).

L'esquisse piézométrique (*fig.20*) révèle une crête piézométrique d'orientation Nord-Sud qui semblerait limiter vers l'Ouest la zone d'alimentation de la source des Atelles ; celle-ci pourrait s'étendre au contraire vers l'Est au niveau des talwegs prenant naissance au lieu-dit "le Carrefour au Son" (*fig.19*).

Il a donc été décidé pour la suite de l'étude de décaler la zone d'investigation vers l'Est, telle que représentée en *figure 20*.

Le sens général d'écoulement est donc du Sud vers le Nord.

Dans les deux cas (*zone de Gacé - Cisai-Saint-Aubin et zone des Atelles*), les axes d'écoulements préférentiels suivent vraisemblablement les axes de talweg.

II-5 - Pluviométrie

Les précipitations annuelles dans la région sont comprises entre 750 et 800 mm avec des écarts qui peuvent être importants (*de 500 à plus de 1000 mm*).

Les données pluviométriques récentes (*sur les trois dernières années*) sur la zone d'étude, fournies par Météo-France à partir des stations de mesure de l'Aigle (ETP) et d'Échauffour (*pluviométrie*), confirment les données générales.

Le *tableau 12* résume les données mensuelles de pluviométrie (*Échauffour*) et d'ETP (*l'Aigle*) entre 1997 et 1999.

Les valeurs sont variables d'une année sur l'autre, révélant de forts contrastes d'un mois à l'autre (*fig.21*), y compris en étiage.

La moyenne sur trois ans (*fig.22*) révèle une pluviométrie accrue de septembre à février, correspondant à la période de recharge des nappes par les pluies efficaces (*P-ETP - fig.22*).

La lame d'eau annuelle sur les zones d'études alimentant les rivières et ruisseaux par ruissellement et la nappe par infiltration peut être estimée.

- Zone de Gacé - Cisai-Saint-Aubin : elle est comprise entre 4 et 6 millions de m³ avec une moyenne sur les trois dernières années de 4700000 m³ (*par exemple : 5700000 m³ pour 1999*). La production moyenne des ouvrages sur cette zone étant comprise entre 300000 et 500000 m³, Les prélèvements sont faibles (*de l'ordre de 5 à 10 %*) au regard de l'impluvium ;
- Zone des Atelles : la lame d'eau annuelle est comprise entre 2 et 2,5 millions de m³, La production moyenne du captage des Atelles étant de 250000 m³/an, les prélèvements représentent 10 à 12 % de la

	Précipitations (en mm)			Etp total mensuel en mm			P-Etp			Pluv.	ETP moyenne	P-ETP
	1997	1998	1999	1997	1998	1999	1997	1998	1999			
janvier	20,9	95,2	115,9	5,6	18,6	12,6	15,3	76,6	103,3	77,3	12,3	65,1
février	93,9	23,8	82,3	17,6	14,3	11,9	76,3	0,0	70,4	66,7	14,6	48,9
mars	13,6	41,4	39,0	17,7	20,1	19,4	0,0	21,3	19,6	31,3	19,1	13,6
avril	30,8	135,9	99,2	33,2	19,7	23,2	0,0	116,2	76,0	88,6	25,4	64,1
mai	88,8	15,0	33,7	30,6	27,4	28,1	58,2	-12,4	5,6	45,8	28,7	17,1
juin	142,7	99,2	44,7	23,9	28,7	32,8	118,8	70,5	11,9	95,5	28,5	67,1
juillet	20,5	46,2	26,2	30,2	30,4	43,9	0,0	15,8	0,0	31,0	34,8	0,0
août	83,4	16,2	118,4	31,8	37,2	36,6	51,6	0,0	81,8	72,7	35,2	44,5
septembre	5,6	160,2	150,4	26,7	25,9	27,7	0,0	134,3	122,7	105,4	26,8	85,7
octobre	91,0	150,4	67,3	21,5	17,9	14,4	69,5	132,5	52,9	102,9	17,9	85,0
novembre	62,6	50,3	77,1	11,2	11,5	9,6	51,4	38,8	67,5	63,3	10,8	52,6
décembre	100,3	127,8	232,4	7,6	7,6	8,4	92,7	120,2	224,0	153,5	7,9	145,6
Total	754,1	961,6	1086,6	257,6	259,3	268,6	533,8	713,8	835,7	934,1	261,8	689,2

Tab.12 : Pluviométrie mesurée à la station d'Échauffour et
ETP mesurée à l'Aigle (Source : Météo-France).

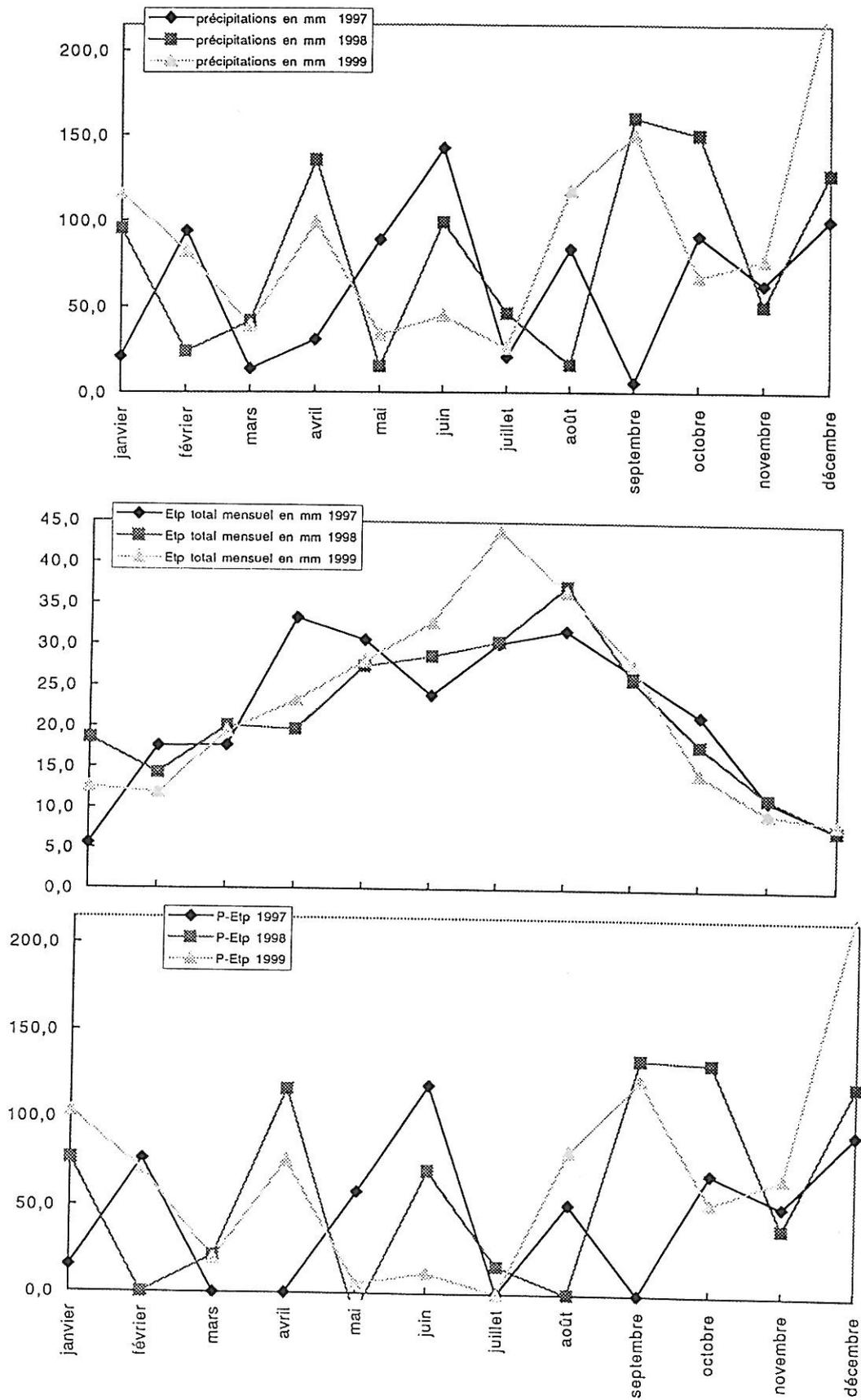


Fig.21 : évolution de la pluviométrie mensuelle
(source : météo-France)

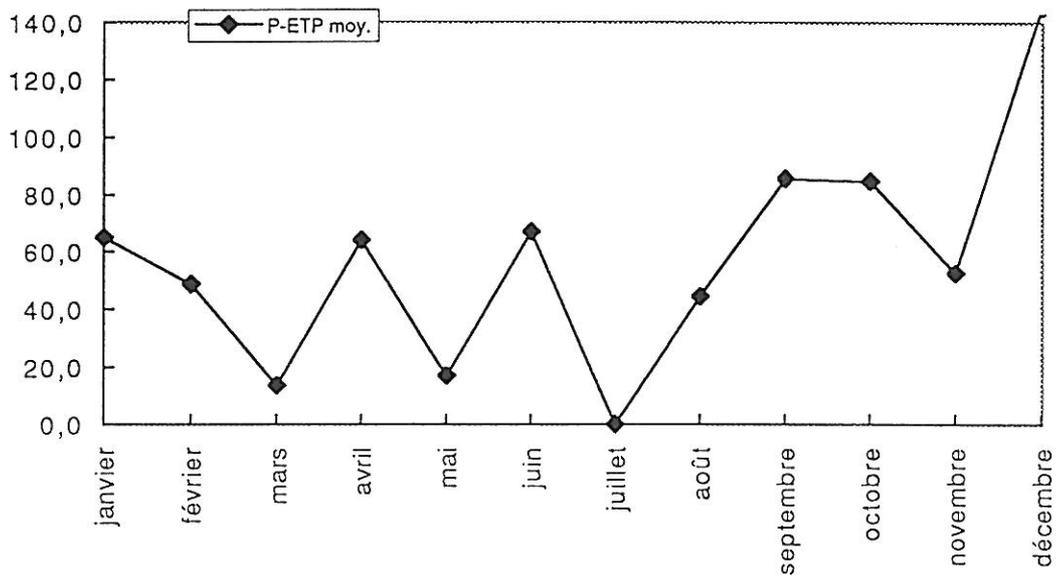
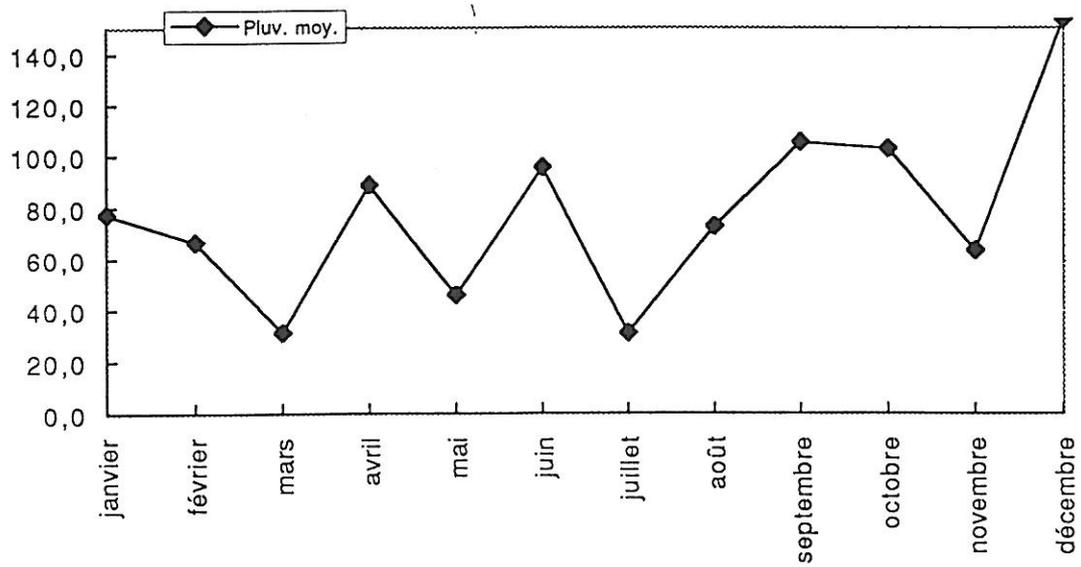


Fig.22 : évolution de la pluviométrie mensuelle moyenne sur 3 ans (source : météo-France)

production potentielle de l'impluvium. Malgré cela, il semble que la source des Atelles soit de moins en moins productive, en particulier à l'étiage (*d'après la SAUR*), ainsi que celle du Mané (*colmatage ? surexploitation ?*).

III - Étude des formations superficielles

Dans le but d'évaluer l'aptitude des sols à arrêter et retenir les matières polluantes, il a été réalisé une étude pédologique couplée à des prélèvements et analyses de sols sur deux horizons, sur les deux zones d'étude.

III-1 - Étude pédologique

Les cartes pédologiques des *figures 23* et *24* ont été établies à partir de sondages à la tarière (*profondeur maximum d'investigation : 1,20 m*). La maille de sondage est de un sondage pour 6 ha, soit environ 158 sondages pour couvrir les deux zones d'étude. La localisation des sondages et leurs caractéristiques sont reportées en *Annexe*. Les cartes pédologiques des *figures 23* et *24* prennent en compte les paramètres suivants :

- la profondeur,
- la granulométrie et la texture,
- le degré d'hydromorphie,
- la nature du substrat géologique.

Les cartes des sols rassemblent dans une même unité cartographique, les sondages ayant présentés des caractéristiques proches.

→ Zone de Gacé - Cisai-Saint-Aubin (fig.23)

Les sols sur la zone sont en général moyennement profonds à profonds (0,7 - 1 m), à l'exception d'un petit secteur à proximité du bourg de Gacé (*en orange sur la carte de la figure 23*) où le calcaire est à l'affleurement.

Les sols sont sains, à l'exception des fonds de vallons où on observe des zones hydromorphes.

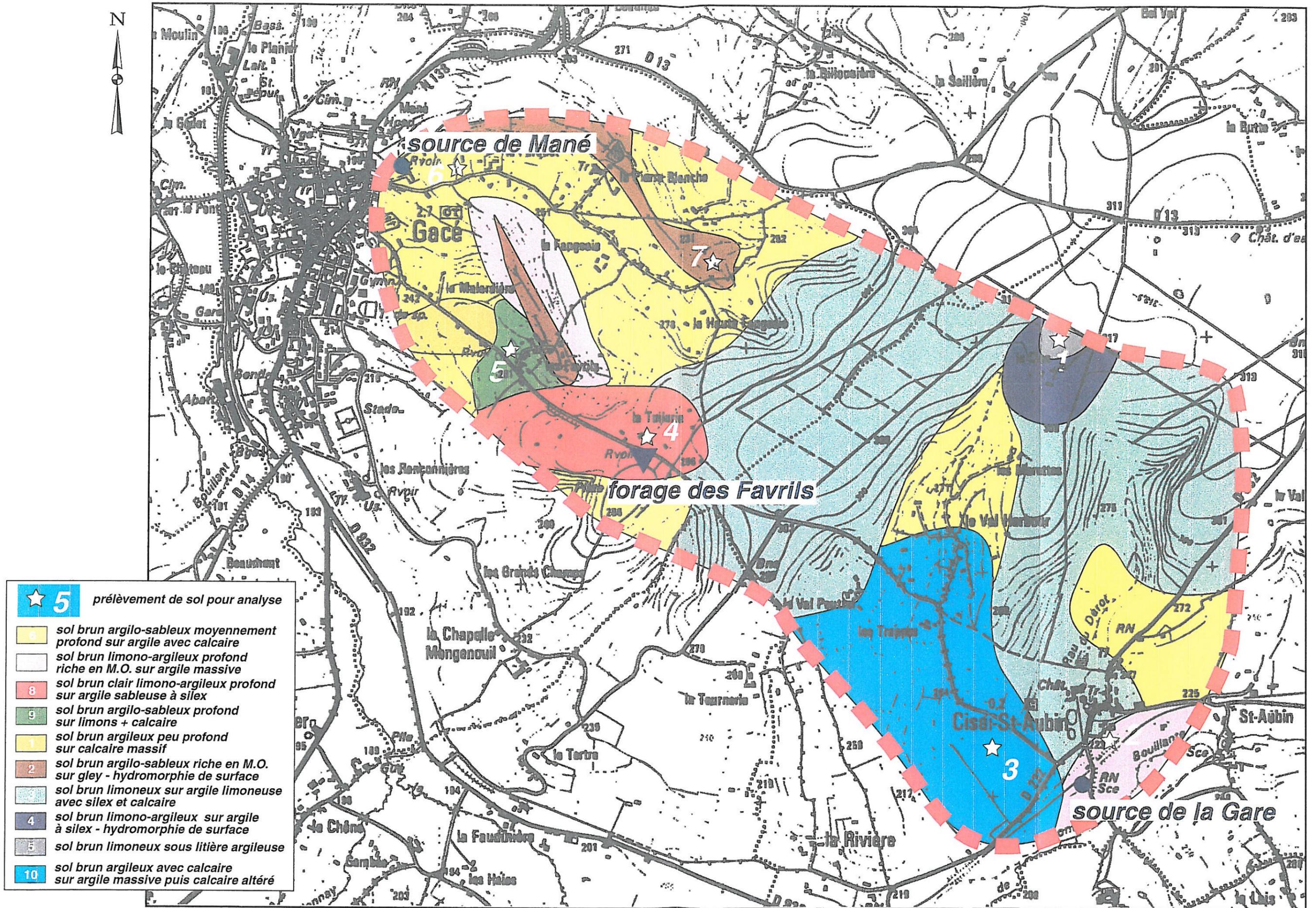


Fig. 23 : carte pédologique - zone Gacé-Cisai

La texture dominante est de type argilo-sablo-limoneuse, ce qui donne des sols bien structurés, peu sensibles à la battance offrant une protection superficielle de bonne qualité.

La pierrosité peut être moyenne à forte localement (*calcaire - silex*), surtout dans les couches moyennes à profondes.

Les faciès peuvent être synthétisés de la façon suivante :

➤ **sols bruns argilo-sableux** : plusieurs faciès sont différenciés en fonction des différences de profondeur, du substratum et de la teneur en matières organiques :

- sols moyennement profonds sur argile avec calcaire : ils sont localisés dans la partie Nord et dans le talweg du Val Herbour vers le Sud, ainsi qu'au Nord-Est de Cisai-Saint-Aubin,
- sols profonds sur limons + calcaires : c'est une petite unité localisée près du hameau des Favrils,
- sols riches en matières organiques sur gley : ce sont les sols de fonds de vallons convergeant vers la source du Mané, à forte hydromorphie de surface ;

➤ **sols bruns limono-argileux** : plusieurs faciès sont différenciés :

- sol profond riche en matières organiques sur argile massive, localisés sur les flancs pentés d'un talweg proche de la source du Mané, et autour de la source de la Gare. Il présente une légère hydromorphie vers 70 cm,
- sol clair profond sur argile sableuse à silex. Il est localisé essentiellement autour de la zone du forage des Favrils,
- sol sur argile à silex : il est localisé vers le Sud-Est autour du lieu-dit "Le Clos". Il présente une hydromorphie de surface marquée ;

➤ **sols bruns limoneux** : on distingue deux faciès dont l'un est prédominant :

- sol sur argile limoneuse. C'est un sol développé sous litière occupant les surfaces boisées du centre de la zone et de l'extrême Sud-Est. On retrouve des calcaires à silex en profondeur,
- sol sous litière argileuse : localisé en pointement vers le lieu-dit "Le Clos", il se développe sous une litière organique. Il présente une hydromorphie vers 70 cm ;

➤ **sols bruns argileux** :

- sol peu profond : petite unité d'extension limitée, proche du lieu-dit "La Maladrière", caractérisée par un substratum peu profond de calcaire massif,
- sol sur argile massive puis calcaire altéré : plus profond, il occupe une large zone amont au Nord-Ouest de la source de la Gare.

→ Zone des Atelles (fig.24)

Ce sont des sols essentiellement argilo-limoneux ou argilo-sableux.

La profondeur varie avec la topographie. L'hydromorphie est présente en fond de vallon.

Les coupes par faciès sont reportées en *Annexe*. Les faciès peuvent être synthétisés de la façon suivante :

- **sols bruns sur calcaire altéré** : ce sont des sols argilo-limoneux plus ou moins profonds développés sur des calcaires qu'on retrouve en blocs plus ou moins altérés. Ils sont moyennement profonds le long d'une bande Nord-Ouest / Sud-Est longeant le flanc Ouest du talweg principal jusqu'à La Gaudinière. Ils sont peu profonds vers l'Ouest et le centre sur les zones de crêtes topographiques ;

- **sols bruns sur argile et calcaire** : un des faciès est riche en matières organiques, développé sur des argiles massives contenant des blocs de calcaire. On observe une hydromorphie à 50 cm. C'est un sol de fond de vallon localisé à l'amont de la source des Atelles et s'étendant jusqu'au lieu-dit "Les Atelles". On retrouve des pointements localisés vers le Sud.

Le second faciès (*en vert sur la carte de la figure 24*) se distingue du précédent par une teneur moins riche en matières organiques et sans hydromorphie. Il se développe le long des talwegs convergeant vers le captage.

- **sols bruns sur argile** : ce sont des sols argileux qui se distinguent par leur profondeur. Ils se développent sur des argiles à silex.
 - ils sont peu profonds dans la zone centrale entre le Val Hérault et La Gaudinière,
 - ils sont moyennement profonds et plus riches en matières organiques vers le Sud-Est de la zone (*La Sonnerie, Le Carrefour au Son*),
 - ils sont profonds à proximité Ouest du captage, très riches en matières organiques avec une hydromorphie marquée à partir de 25-30 cm.

III-2 - Analyses de sol

Dix prélèvements de sol ont été effectués, représentatifs des formations proches des captages. La localisation des prélèvements est reportée sur les cartes pédologiques des *figures 23 et 24*. Ils ont été répartis comme suit :

- 7 analyses sur la zone Gacé - Cisai-Saint-Aubin ;
- 3 analyses sur la zone des Atelles.

Les analyses ont été confiées à un laboratoire spécialisé. Elles concernent l'horizon de surface (*entre 0 et 30 à 40 cm de profondeur*) et l'horizon profond.

Les analyses détaillées sont reportées en *Annexe*. Les caractéristiques principales sont synthétisées dans les *tableaux 13* et *14*.

- ✓ Période de prélèvement : fin août 2000. la période correspond à une forte activité microbienne dans le sol en relation avec son réchauffement maximum ;
- ✓ Cycle des cultures :
 - maïs : milieu de la période de végétation,
 - céréales : fin de la période de végétation,
 - prairies : 2/3 de période de végétation.

→ Zone de Gacé - Cisai-Saint-Aubin

◆ Horizon de surface (*Tab.13*) :

✎ *Granulométrie* :

- . échantillons 1-2-3-4 : à dominante limono-argileuse ou argilo-limoneuse, ils sont localisés dans la zone Est ;
- . échantillons 5-6-7 : à dominante sablo-limoneuse ou sablo-argileuse, ils sont localisés dans la partie Ouest proche du captage de Mané.

✎ *Battance* :

L'ensemble des sols est non battant ou peu battant, ce qui limite le risques de ruissellement superficiel.

✎ *pH* :

- . < 6 : dans les zones boisées ou prairie humide (acidification naturelle),
- . 6-7 : zone cultivée,
- . > 7 : zone où les taux de Cao sont très élevés.

✎ *Matière organique* :

- . échantillons 1-2-5-6-7 : taux relativement élevé :
 - 1-2-6-7 : lié à l'accumulation des matières organiques sous d'anciennes prairies,

- 5 : épandage sur culture de printemps ou retournement de vieilles prairies.

Ces zones disposent d'un stock d'azote important.

✎ P_2O_5 :

. Taux élevé pour l'échantillon n°5 (*zone cultivée mais élément bien retenu par le sol*).

✎ CaO :

. Les teneurs sont liées au contexte géologique.

✎ MgO et K_2O :

. Ce sont des teneurs moyennes habituelles dans ce contexte.

✎ C.E.C. :

. Il est élevé dans les zones les plus argileuses (*pouvoir de fixation plus important*).

✎ Taux de saturation :

. Il est élevé dans les zones fortement carbonatées (2-3-6).

♦ Horizon profond (Tab.13) :

✎ pH :

. Les variations sont identiques à celles de l'horizon de surface.

✎ CaO :

. Les taux élevés se retrouvent dans l'horizon profond dans les échantillons 2-3-6.

✎ MgO et K_2O :

Culture	GRANULOMETRIE				CHIMIE							Taux de saturation	
	Argiles	Limons	Sables	Battance	pH	Mat. Or.	P2O5 (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)	K2O (mg/kg)	C.E.C.		
HORIZON DE SURFACE													
1	bois	16,7	68,6	14,8	NB	5,5	4,2	51	1718	129	123	9,4	75,2
2	pré	26,8	37,9	35,3	NB	8,0	6,2	831	12920	339	1480	20,7	100
3	céréales	44,0	36,3	19,7	NB	8,2	2,6	68	14460	216	419	20,9	100
4	pré	23,1	56,8	20,2	PB	6,9	3,1	21	3471	169	144	11,3	100
5	maïs	15,2	20,6	64,3	NB	6,4	4,9	1394	2474	262	677	13,3	87
6	pré	30,9	15,3	53,9	NB	7,6	5,9	133	9158	312	1135	31,0	100
7	pré	17,4	32,3	50,4	NB	5,9	5,1	138	3054	217	258	16,0	77
HORIZON PROFOND													
1						4,6			275	95	93	11,6	14,2
2						8,3			12130	313	1635	17,6	100
3						8,4			10850	99	155	12,5	100
4						5,1			4907	897	127	36,6	60,9
5						8,5			2000	579	4266	13,7	100
6						8,1			13780	273	370	26,0	100
7						6,1			5036	143	116	20,3	93,3

Tab.13 : Analyses de sol - Horizon de surface (< 30 cm), horizon profond (> 30 cm)
(NB : non battant ; PB : peu battant).

. Les teneurs ne sont pas très élevées sauf pour l'échantillon 5, mais ces éléments sont bien fixés par le sol.

✎ *C.E.C. et taux de saturation :*

. Mêmes remarques que pour l'horizon de surface.

→ Zone des Atelles

♦ **Horizon de surface (Tab.14) :**

✎ *Granulométrie :*

. échantillon 8 : à dominante argilo-sableuse ;

. échantillons 9-10 : à dominante argilo-limono-sableuse.

✎ *Battance :*

. Les sols sont non battants.

✎ *pH :*

. 8 : (*échantillon 8*) zone sur calcaire altéré,

. 7,5 : (*échantillon 9*) zones intermédiaires entre calcaires et silex,

. 6,4 : (*échantillon 10*) zone de vallons avec acidification naturelle.

✎ *Matière organique :*

. Taux élevés pour les trois prélèvements, lié à la présence de prairies naturelles anciennes. Il existe un risque d'augmentation du taux de matière organiques en cas de retournement.

✎ *P₂O₅ :*

. Teneurs moyennes à élevées, mais bonne rétention en relation avec le bilan calcique.

✎ *CaO :*

. Taux élevé en relation avec la nature géologique du substratum.

✎ *K₂O :*

. Taux moyen à élevé : bonne rétention par le sol.

GRANULOMÉTRIE				CHIMIE								
Argiles	Limons	Sables	Battance	pH	Mat. Or.	P ₂ O ₅ (mg/kg)	CaO (mg/kg)	MgO (mg/kg)	K ₂ O (mg/kg)	C.E.C.	Taux de saturation	
HORIZON DE SURFACE												
8	29,3	16,5	60,2	NB	8	4,0	145	11900	200	189	15,6	100
9	24,2	40,4	35,4	NB	7,5	5,7	215	6368	364	498	23,9	100
10	25,2	29,7	45,1	NB	6,4	4,1	348	4811	227	179	20,5	91,3
HORIZON PROFOND												
8					8,5			11250	157	167	12,6	100
9					5,8			5063	464	424	27,0	78,9
10					7,0			4461	99	118	13,3	100

Tab.14 : Analyses de sol - Horizon de surface (< 30 cm), horizon profond (> 30 cm)
(NB : non battant).

✎ *C.E.C.* :

. Moyenne à forte : bonne capacité de rétention des sols liée au taux d'argile et de matière organique.

✎ *Taux de saturation* :

. Il est élevé ($\approx 100\%$), lié aux teneurs en Cao dans le sol.

♦ **Horizon profond (Tab.14) :**

✎ *pH* :

. échantillons 8-10 : pH : 7 à 8,5 : zone d'altération calcaireuse,

. échantillon 9 : pH < 6 : zone de prairie naturelle avec acidification en profondeur.

✎ *Cao* :

. Teneurs élevées en relation avec le contexte géologique.

✎ *MgO et K₂O* :

. Teneurs habituelles pour des horizons semblables.

✎ *C.E.C.* :

. Relativement faible pour les échantillons 8 et 10,

. Pour l'échantillon 9 : bon pouvoir de rétention des éléments minéraux.

✎ *Taux de saturation* :

. Élevé pour les échantillons 8 et 10 en relation avec une C.E.C faible.

Les cartes de vulnérabilité des sols (*fig.25 et 26*) distinguent :

→ les zones à risques liés à l'hydromorphie en fond de vallon ;

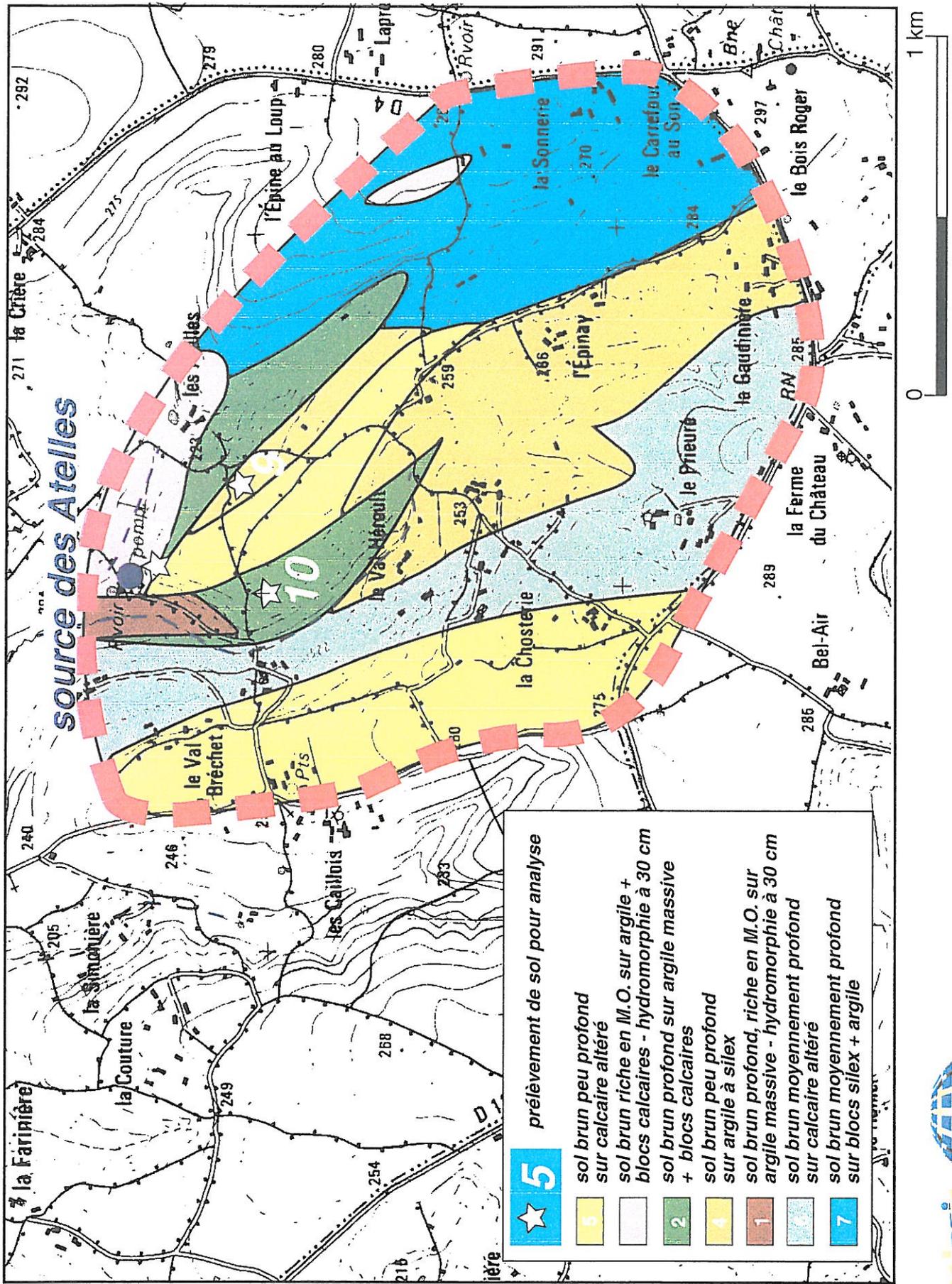
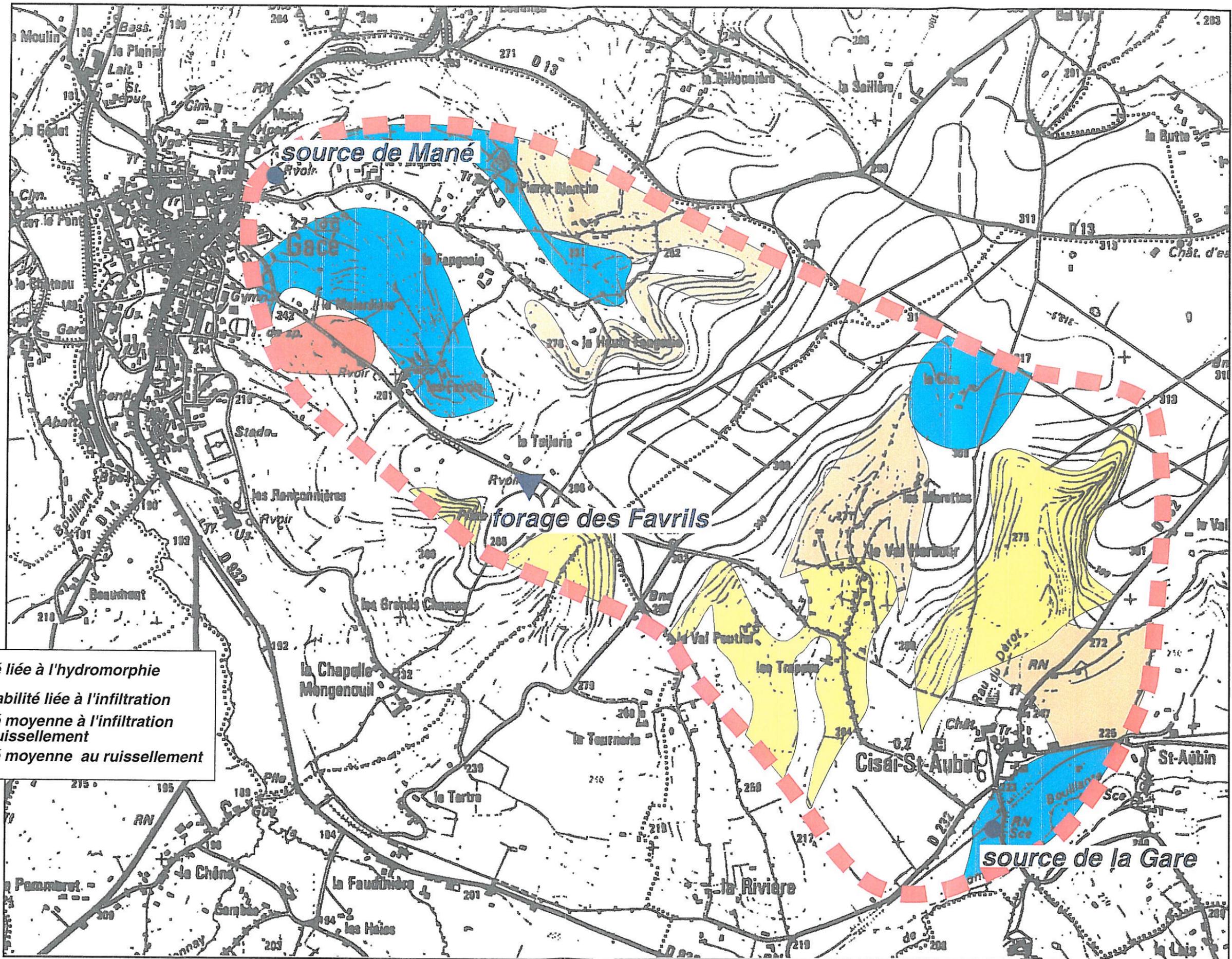


Fig. 24 : carte pédologique - zone des Atelles





-  vulnérabilité liée à l'hydromorphie
-  forte vulnérabilité liée à l'infiltration
-  vulnérabilité moyenne à l'infiltration et forte au ruissellement
-  vulnérabilité moyenne au ruissellement

Fig. 25 : carte de vulnérabilité des sols (aptitude des sols au transfert des éléments polluants)

- les zones à risques liés à l'infiltration en relation avec, soit des sols peu profonds sur calcaire fracturé, soit des sols à texture sableuse ;
- les zones au risque lié conjointement à la nature du sol et aux fortes pentes.

IV - Analyse de l'environnement

Les *figures 27 et 28* reportent les zones d'étude sur les photographies aériennes couleurs (*mission FD 61 au 1/25000 de 1996*). Elles révèlent le caractère essentiellement rural des deux zones d'étude.

Seule la source de Mané se situe en contexte suburbain à proximité du bourg de Gacé.

Les *figures 29 et 30* illustrent les principaux traits de l'occupation des sols.

IV-1 - Environnement proximal des captages

→ Source du Mané

Située en bordure Est du bourg de Gacé, la zone proche du captage est occupée par des prairies naturelles bordées de zones habitées. Un lotissement récent (*assaini collectivement*) est visible au Sud du captage, ainsi que la bordure de l'agglomération (*route de la Fougeraie*) et le cimetière.

L'assainissement collectif s'arrête en limite du bourg et la zone proche des captages est assainie par des dispositifs autonomes.

Le puits de captage est localisé à l'intersection de deux talwegs de direction sub Est-Ouest. le talweg le plus au Nord draine une zone hydromorphe s'étendant jusqu'au centre Nord de la zone ; celui au Sud draine une source (*lavoir des Favriils*).

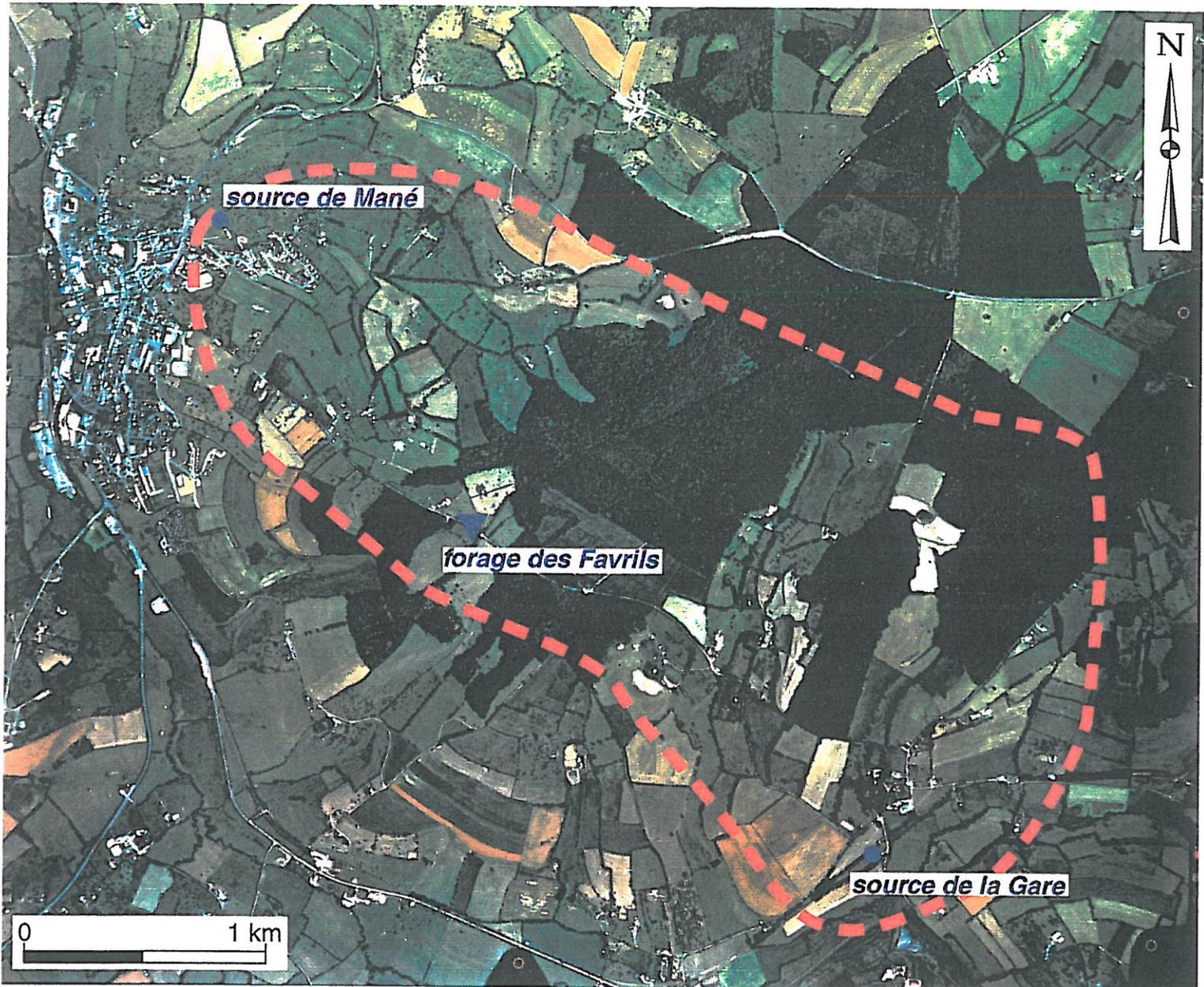
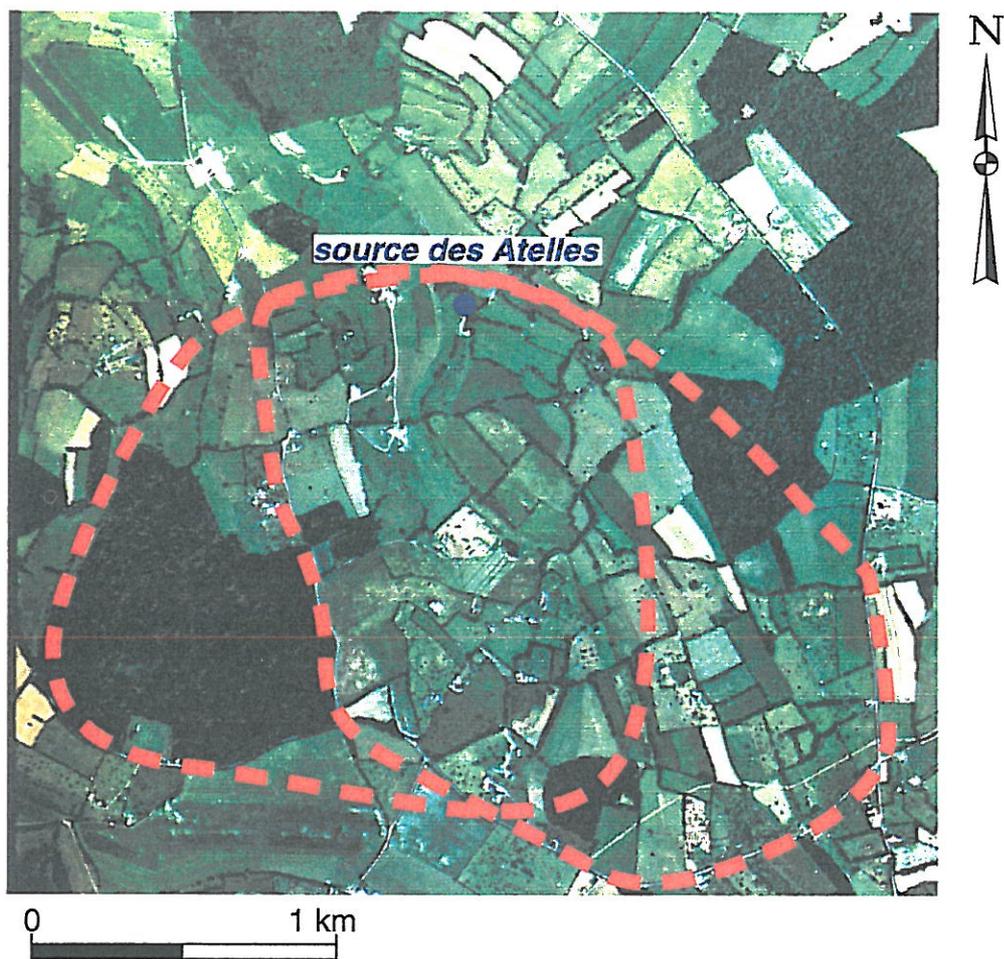


Fig. 27 : zone d'étude de Gacé (en haut à gauche)-Cisai (en bas à droite) sur la photographie aérienne couleur (1996) - on remarque les zones cultivées en brun et les zones de prairies et de bois en vert



**Fig. 28 : zone d'étude des Atelles sur la photographie aérienne couleur (1996)
- on remarque les zones de prairies et de bois en vert**

Le réseau de talus est relativement dense sur la partie Est de la zone proche du captage et moins fourni sur la partie Ouest.

→ **Forage des Favrils**

Il est proche de la grande zone boisée centrale qui s'étend vers le Nord - Nord-Est.

L'environnement proche est composé de quelques prairies naturelles entourées par la zone boisée. Deux habitations sont situées en face du forage (*de l'autre côté de la route*).

→ **Source de la Gare**

Située au Sud de l'agglomération de Cisai, le puits est implanté au Sud de l'ancienne voie ferrée et de la Gare (*reconvertie en habitation*).

Des prairies occupent l'environnement proche. Le puits est localisé à l'aval de deux talwegs Nord / Sud traversant la zone boisée.

Les flancs de talweg sont occupés par des prairies naturelles ; les zones plus planes (*Sud-Ouest de Cisai*) portent des cultures (*maïs - colza - céréales*).

La zone agglomérée n'a pas de dispositif d'assainissement collectif.

→ **Source des Atelles (fig.28 et 30)**

Le puits est situé au pied d'une zone de crête à l'amont de la convergence de deux talwegs, où coulent des ruisseaux.

Le réseau de talus est moyennement dense. Il y a peu de zones boisées, l'environnement est composé majoritairement de prairies naturelles.

Il n'y a pas d'activité industrielle sur la zone d'étude ; on dénombre quatre sièges d'exploitation et quelques habitations dispersées, concentrées dans l'axe central et vers le Sud de la zone.

On note la présence d'une ancienne cressonnière désaffectée au Nord-Est (*fig.30*).

IV-2 - Environnement et risques dans les zones d'étude

Les principaux risques et activités sont recensés sur l'ensemble des deux zones d'étude.

Des enquêtes ont été réalisées auprès des exploitants agricoles et des collectivités responsables de l'entretien des voiries et de l'assainissement.

IV-2-1 - Activités diverses

En dehors des activités agricoles et des habitations individuelles, on ne recense aucune activité industrielle ou artisanale sur les deux zones d'étude.

Seule la déchetterie de Gacé peut constituer ponctuellement un risque de pollution bien que son activité soit limitée.

→ Déchetterie de Gacé

Située au Nord-Ouest de la zone d'étude de Gacé, à environ 700 m au Sud de la source de Mané, elle est implantée en bordure Sud de l'axe routier Gacé - Cisaï Saint-Aubin (*fig.29*).

D'extension et d'activités limitées, il s'agit d'une zone aménagée pour la réception des déchets inertes et verts en bennes et conteneurs (*fig. 29 et 30*).

Aucun stockage n'est fait en dehors des bennes prévues à cet effet. Le sol est bétonné. Deux bennes à ferraille sont implantées en bordure d'un quai de chargement bétonné ; d'autres conteneurs spécialement étudiés recueillent le verre et les plastiques. La zone est ceinturée d'une clôture et fermée par un portail.

En cas de forte pluie, le ruissellement, limité, est dirigé en partie vers la route qui recueille les eaux vers l'aval, via deux fossés rejoignant le réseau d'eaux pluviales de Gacé à l'aval du Mané (*fig.29*).

Vu l'extension du site et le stockage en bennes transportables, le risque de pollution est limité.

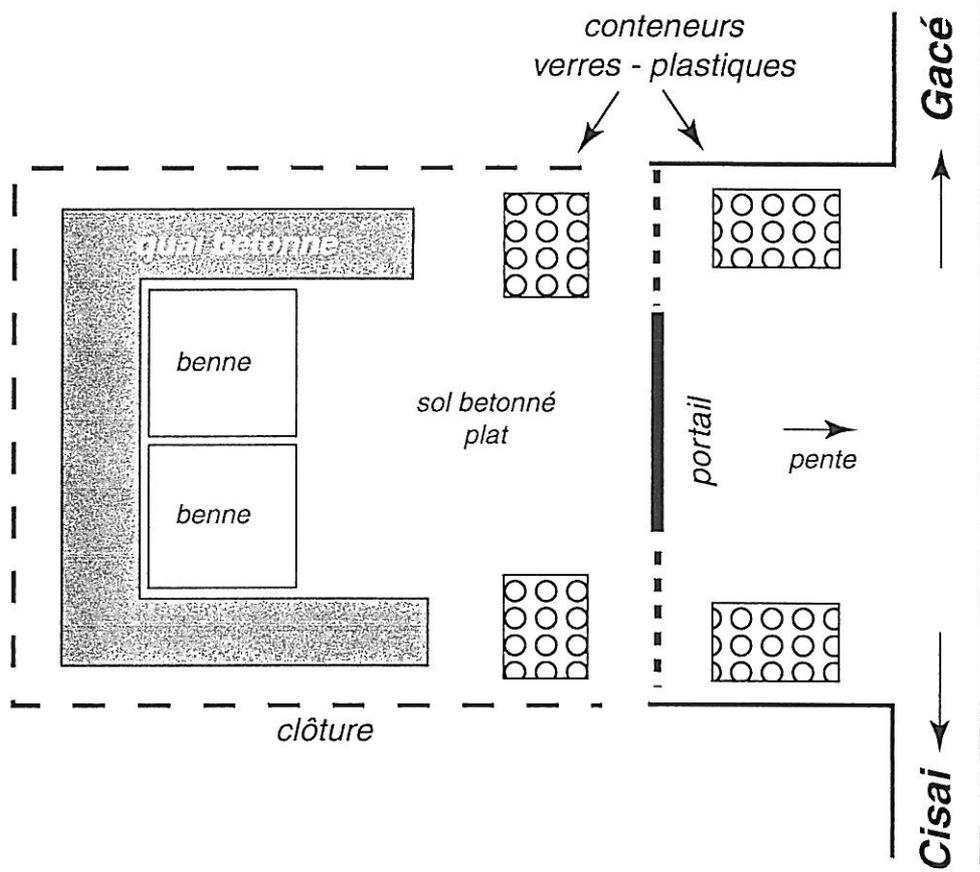


Fig. 30 : schéma synthétique de la déchetterie de Gacé (cf. fig. 29 pour localisation)

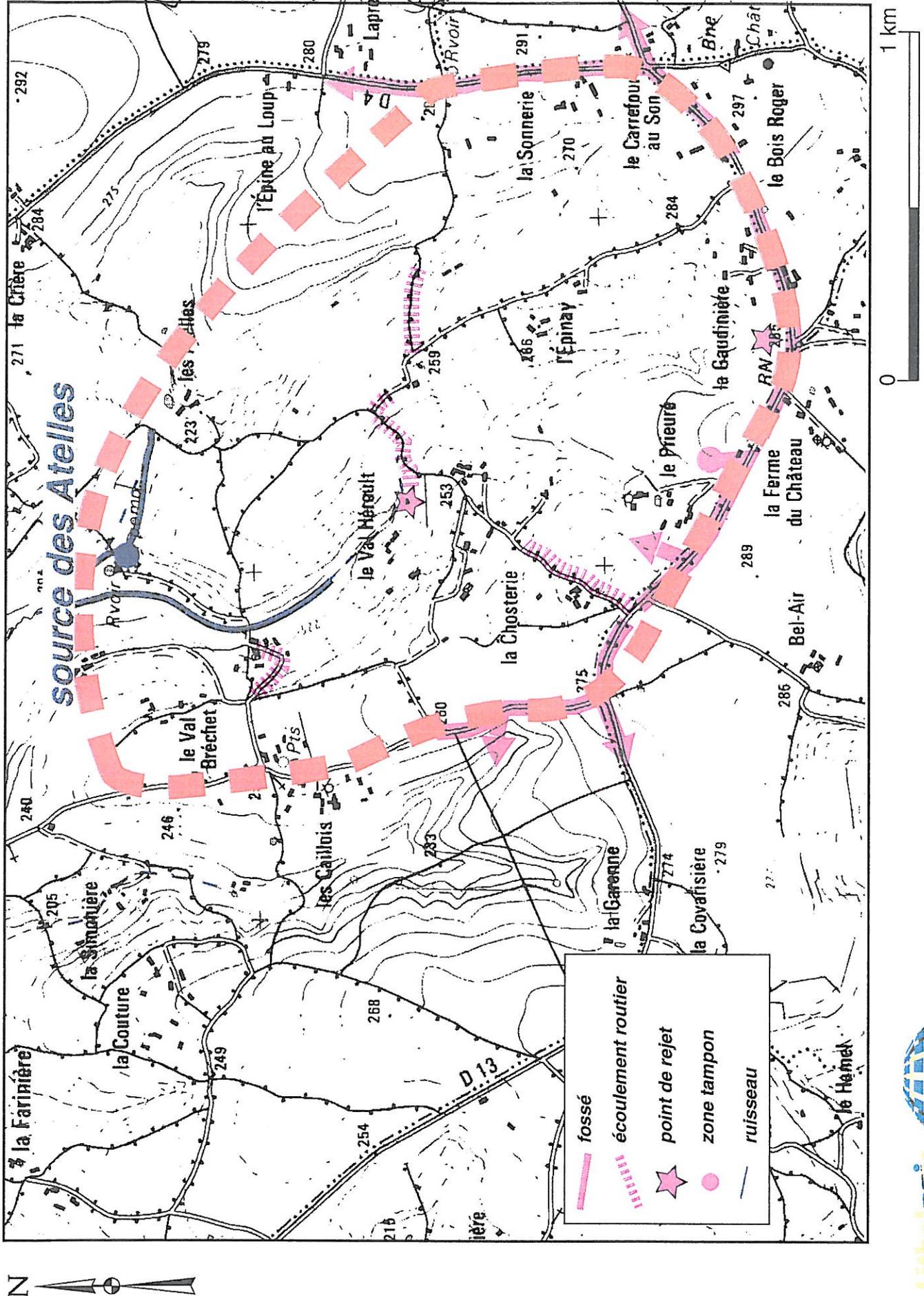


Fig. 31 : principaux axes de ruissellement des eaux pluviales - zone des Atelles



IV-2-2 - Voies de communication

Les voies de communication concernent essentiellement des axes routiers (et l'ancienne voie ferrée au Sud de Cisai Saint-Aubin) (fig.1 et 2, 29, 31). Aucun axe à grande circulation ne traverse les deux zones d'étude.

- zone d'alimentation des Atelles : deux départementales constituent les bordures Sud (D13) et Est (D4) de la zone d'étude. Les autres voies de communication sont les voies d'accès aux habitations ou les chemins d'exploitations ;
- zone d'alimentation des sources de Mané, des Favrils et de la Gare : ici aussi les voies de communication importantes se situent en dehors de la zone d'étude. Deux axes routiers sont cependant plus importants :
 - la route Cisai - Gacé sur le bord de laquelle est implantée le forage des Favrils,
 - la départementale 232 qui traverse Cisai Saint-Aubin du Nord-Est vers le Sud-Ouest, et qui borde à 200 m à l'amont, le captage de la Gare.

Les routes départementales sont entretenues mécaniquement ; les voies communales ou privées peuvent faire l'objet de traitements chimiques.

⇨ **Le projet d'autoroute A28 - Section Rouen - Alençon**

Ce projet, dont le décret d'utilité publique a été publié le 5 décembre 1994 a pour objet la réalisation d'un tronçon autoroutier entre Alençon et Rouen et des aménagements s'y affèrent.

Le tracé retenu traverse la zone d'étude des captages de Gacé et est reporté (bande des 300 m) sur la carte de la *figure 29*.

Les dossiers d'études préliminaires qui nous ont été fournis datent de 1995-1996 (*Direction des routes, CETE, Burgeap*). Ces études statuaient essentiellement sur le choix du tracé dans le but de la déclaration d'utilité publique. Les études, autant hydrogéologiques que d'environnement, se bornaient alors à faire une synthèse des différents contextes rencontrés et

assurer un impact minimum sur les secteurs touchés durant les travaux, et à proposer un renforcement des mesures de protection en bordure du nouvel axe routier (*bassins de rétention étanches équipés de déshuileur, débourbeur, fossés bétonnés, ...*).

Dans le cadre de cette étude, nous avons interrogé la DDE, la société Setoroute et la Direction des routes. Il semble que ce projet n'ait pas avancé depuis les dernières études de 1996. En particulier, aucun profil en long n'a encore été dessiné. On ne connaît donc, pour l'instant, que le tracé et la localisation d'un échangeur à Gacé reliant la Départementale 932 à l'autoroute.

Le tracé proposé (*fig.29*) traverse la zone d'étude de part en part du Sud-Ouest vers le Nord-Est. Il s'appuie sur la zone de crête qui sépare le bassin versant d'alimentation de la source de Mané au Nord de celui de la source de la Gare au Sud.

En l'absence de données précises sur la nature des travaux qui seront engagés pour réaliser ce projet, on ne peut que spéculer sur les futurs impacts qu'il engendrera. Cependant, il est possible dès à présent de lister les points susceptibles d'engendrer un risque de pollution, voire une modification des écoulements de la nappe.

- ✓ le tracé passe à proximité immédiate du forage des Favrils (*≈ 100 m au Sud*). Outre la phase travaux et terrassement, la fréquentation de la future autoroute accroîtra le risque potentiel de pollution accidentelle à proximité du forage (*déversement par retournement d'un véhicule, fuite et lessivage, ...*). Une étanchéité stricte du tronçon devra être réalisée de façon à évacuer, après épuration vers l'extérieur de la zone d'appel, toutes les eaux ruisselantes ;
- ✓ le tracé longe la zone de crête occupée par la forêt (*Znieff de type 2*). Le projet ne mentionne pas si la route sera réalisée en déblai ou en remblai ; dans le premier cas, il sera nécessaire de connaître l'épaisseur du décaissement. En effet, bien que se situant sur les points topographiquement les plus hauts de la zone, ce dernier pourrait avoir une influence sur la relation écoulements de surface / écoulements souterrains. Bien que le tracé traversera principalement le Cénomaniens dans la zone d'étude, il faut garder à l'esprit que la nappe superficielle s'écoule vers le Nord-Ouest et vers le Sud-Est à partir de

cette ligne de partage des eaux. Les mesures de piézométrie réalisées pour cette étude révèlent une nappe peu profonde en dehors de la zone de crête où une absence de points n'a pas permis de mesure. Dans le pire des cas, l'autoroute pourrait servir de drains aux écoulements du bassin versant en déviant une partie des eaux vers le Sud-Ouest qui finiraient par rejoindre le ruisseau à l'amont de sa confluence avec la Touques.

Il sera impératif, dès que le profil en long sera établi, de réaliser une étude hydrogéologique déterminant l'impact du projet sur l'aspect qualitatif (vulnérabilité) et quantitatif de la ressource souterraine captée dans le cadre de l'alimentation en eau potable.

Il faut noter que le projet actuel fait état d'un éventuel abandon du forage des Favrilis en cas de réalisation. La collectivité aura donc à statuer peut être avant la mise en place des périmètres de protection sur la nécessité ou non de conserver ce point d'eau (ou de le déplacer) dans l'optique de la réalisation de la future autoroute A28.

IV-2-3 - Les eaux pluviales

L'ensemble des eaux pluviales de la zone d'étude est drainé par un réseau partiel de fossés parfois en mauvais état. Le caractère accentué de la topographie augmente les points de rejet dans le milieu naturel.

Le réseau de fossés et d'évacuation des eaux pluviales est schématisé sur les cartes des *figures 29 et 31*. Elles peuvent être comparées et superposées aux cartes des pentes (*fig.13 et 14*). Seule l'extrémité Nord-Ouest de la route de Cisai - Gacé rejoint le dispositif d'assainissement pluvial de Gacé et se rejetant à l'aval du Mané. On peut noter que sur l'ensemble des deux zones (*fig.29 et 31*) :

- ☞ le réseau de fossés est discontinu, l'évacuation se poursuivant par écoulement sur les routes et sur les chemins pour rejoindre directement les talwegs et ruisseaux, ou indirectement par l'intermédiaire de zones tampon (*zones hydromorphes*) ;
- ☞ l'évacuation le long de la route du lotissement à l'amont immédiat de la source du Mané est busée et va rejoindre l'aval de la source ;

- ☞ les eaux ruisselantes du bourg de Cisai Saint-Aubin s'évacuent à proximité de la source de la Gare ;
- ☞ la source des Atelles semble relativement bien protégée des zones de ruissellement direct.

IV-2-4 - Assainissement

La majeure partie des deux zones d'étude est assainie de façon autonome. Seule l'extrémité Est du bourg de Gacé, au niveau du lotissement au Sud de la source de Mané est assainie collectivement et est reliée au dispositif collectif de Gacé. Un *plan hors-texte* illustre la géométrie du dispositif autour du captage de Gacé.

Des études de zonage d'assainissement sont en cours pour le compte du Syndicat de communes de Gacé. Les enquêtes (*octobre - novembre 2000*) sont réalisées par le Cabinet ASTER. Les résultats ne sont pas encore disponibles. Un schéma d'assainissement a été réalisé sur le commune de Cisai Saint-Aubin ; le dossier nous a été confié par Monsieur Le Maire.

Nous avons réalisé, dans le cadre de cette étude, des enquêtes auprès des habitations de façon à avoir une vision globale des dispositifs d'assainissements autonomes sur le secteur. Les fiches d'enquête sont reportées en *Annexe*. La localisation des habitations enquêtées est reportée sur les cartes des *figures 32* et *33*. Le *tableau 15* synthétise les dispositifs décrits par les propriétaires. Ces enquêtes ont également permis de répertorier les stockages individuels de fuel. Ils sont localisés sur les cartes.

Vingt-sept habitations ont pu être enquêtées. Les autres étaient, soit des résidences secondaires, soit inoccupées au moment de nos passages. Malgré la méconnaissance de certains habitants vis-à-vis de leur procédé de traitement et surtout de leur efficacité, on peut noter à partir des résultats de ses enquêtes (*Tab.15*) la prédominance des dispositifs à base de fosses septiques et de tranchées filtrantes ou systèmes d'épandage.

Seules deux habitations rejettent encore leurs eaux ménagères dans des puisards ou au fil de l'eau. Quelques habitations disposent de fosses étanches dont on ne connaît pas la fréquence des vidanges. Si certains dispositifs sont anciens et non en conformité vis-à-vis des normes actuelles, il semble qu'ils ne

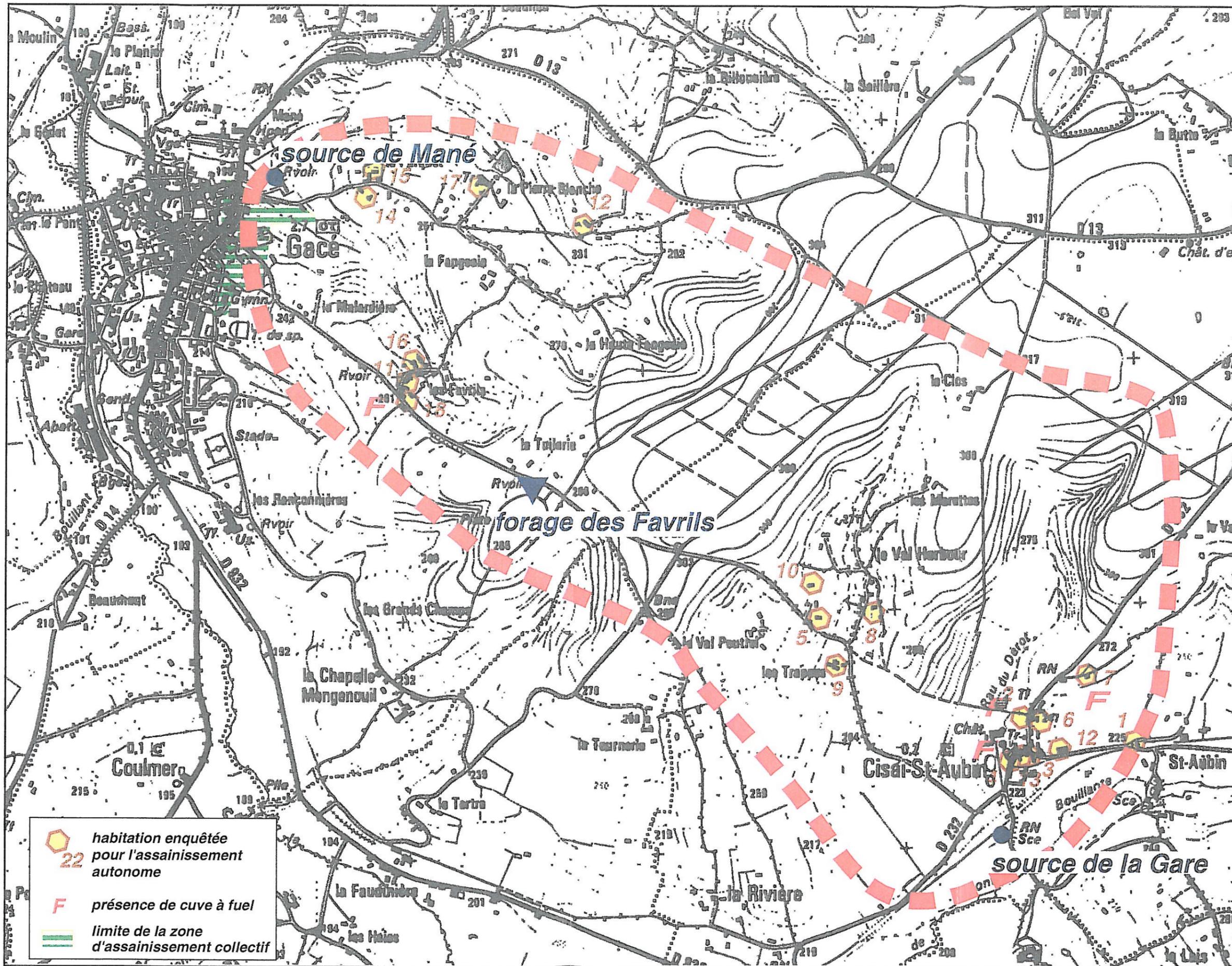


Fig. 32 : habitations enquêtées et assainissement autonome - zone de Gacé-Cisai

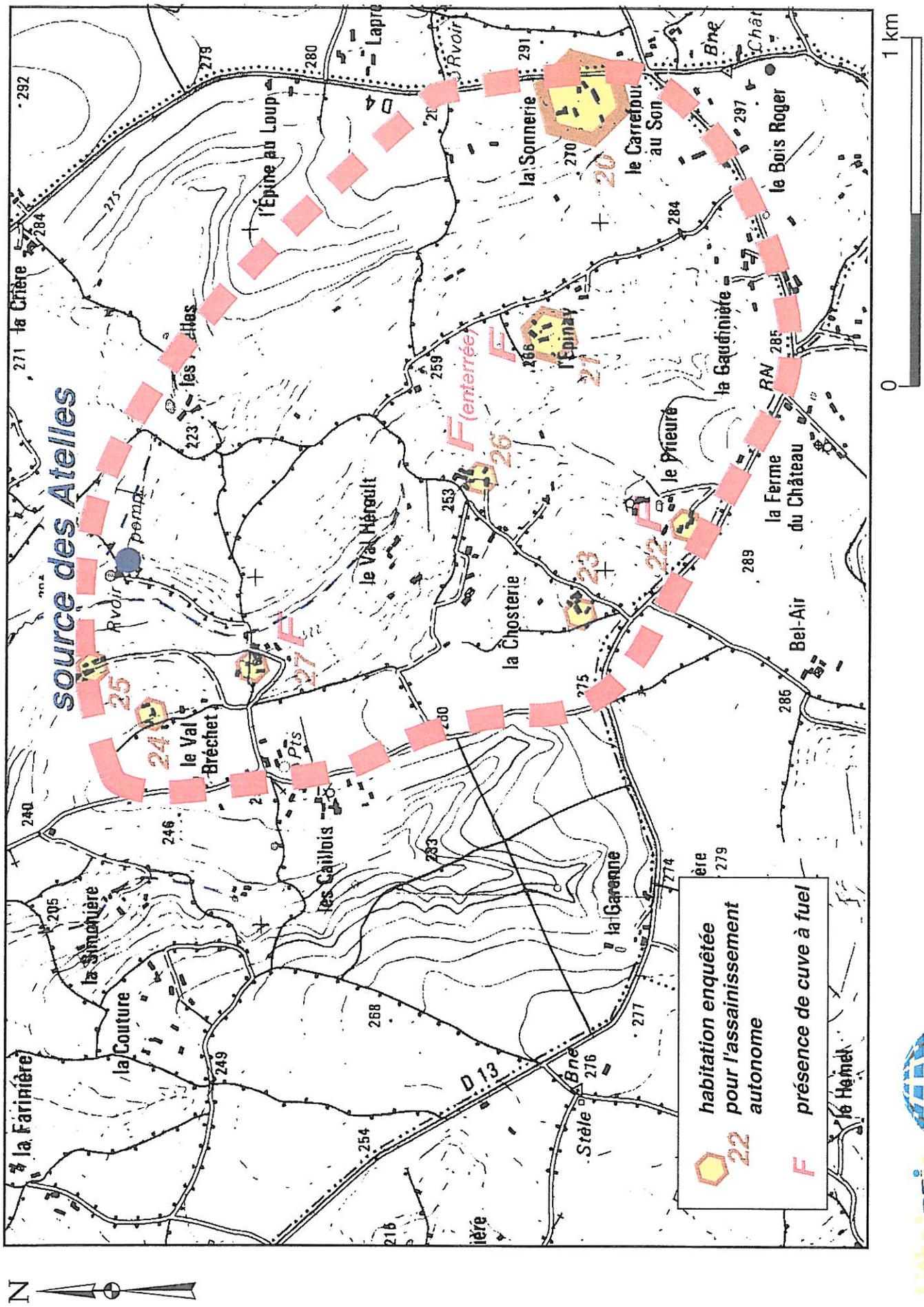


Fig. 33 : habitations enquêtées et assainissement autonome - zone des Atelles



Hab.	PRÉTRAITEMENT					TRAITEMENT					EVACUATION				
	Fosse septique	Fosse étanche	Fosse ties-eaux	Bac dégr.	Fitre après fosse	Epan-dage	Fitre à sable	Autre	Fusard	Puits	Fossés	Autre	tranchée filtrante		
1	X				X										
2	X			X	X	X									
3		X													
4	X									X					
5								X							
6	X														
7	X				X	X									
8	X			X		X									
9	X			X											
10	X			X	X	X									
11	X			X											
12	X					X									
13		X													
14	X														
15	X				X	X	X			X					
16	X			X	X	X									
17	X														
18	X									X					
19		X		X								plateau absorbant			
20	X				X										
21	X				X	X						tranchée filtrante			
22	X			X		X									
23		X													
24	X			X	X							plateau absorbant			
25												fosse à lisier			
26	X						X								
27	X					X									

Tab.15 : Dispositif d'assainissement autonome d'après les enquêtes de terrain.

représentent pas, en moyenne, un risque de pollution chronique très important sur la zone d'étude.

Il semble que le point le plus critique se situe au niveau du bourg de Cisai Saint-Aubin qui concentre une petite zone urbaine assainie individuellement et localisée à l'amont immédiat du captage de la Gare (*fig.32*). L'étude réalisée en 1998 par le BET SOGETI propose plusieurs solutions à base de réseau collectif à semi-collectif pour la partie agglomérée du bourg.

D'après le Maire, que nous avons interrogé, il semble que la collectivité se tournerait vers un système semi-collectif composé de systèmes d'assainissements autonomes regroupant plusieurs îlots d'habitations, et dimensionnés pour un nombre donné limité d'habitations. Cette solution serait retenue en raison du coût trop élevé d'un réseau collectif.

► Stockage de fuel

Les stockages de fuel sont localisés sur les cartes des *figures 32 et 33*. Il s'agit pour la plupart de cuves à simple paroi, posées au sol, sans bac de rétention. Seule une cuve enterrée, à simple paroi a été repérée sur la zone des Atelles (*fig.33*) à environ 1 km à l'amont du captage. Le risque de pollution lié à un tel dispositif réside dans l'absence de contrôle possible en cas de fuite.

Il serait éventuellement nécessaire pour les cuves les plus proches des captages, d'envisager la pose de bac de rétention afin de prévenir tout risque de pollution par fuite d'hydrocarbures.

IV-2-5 - Occupation du sol

IV-2-5-1 - *Plan d'occupation des sols*

Seule la commune de Gacé dispose d'un plan d'occupation des sols. Pour les autres communes, c'est le code général de l'urbanisme qui s'applique. Un extrait du P.O.S. de Gacé est illustré en *figure 34*.

La majorité du secteur concerné par la zone d'étude est classée en zone agricole. Toutefois, une partie de la zone proximale amont de la source Mané est urbanisable (*lotissement essentiellement*). Il serait nécessaire de réglementer la nature des installations possibles dans le cadre de la mise en place des périmètres



Fig. 34 : Extrait du P.O.S. de Gacé.

de protection. Ces derniers étant légalement opposables au P.O.S., une réglementation favorable à la protection du captage devra y être inscrite selon les contraintes proposées par l'hydrogéologue agréé en charge de délimiter ces périmètres.

IV-2-5-2 - Assolement

→ Zone de Gacé - Cisai Saint-Aubin

◆ Évolution de la S.A.U.

D'après les données déjà anciennes du recensement général agricole (1970-1979-1988), on remarque :

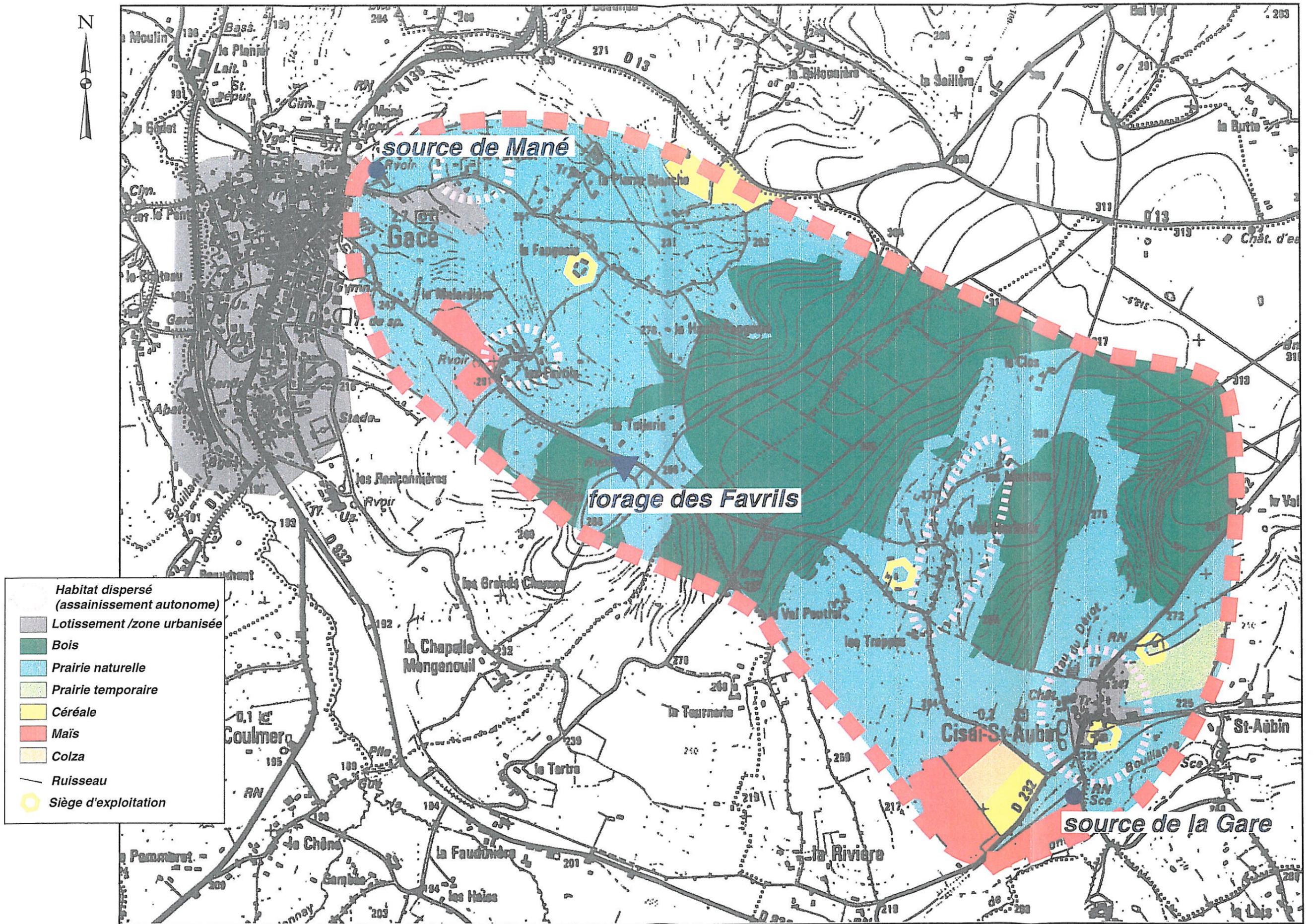
- une forte diminution de la S.A.U. sur la commune de Gacé (*liée sans doute à des transferts de sièges hors commune*) ;
- un cheptel surtout composé de bovins (*viandes et lait*) ;
- une absence d'élevage hors-sol ;
- la majorité de l'espace cultivé est occupée par des prairies naturelles (*248 ha sur 287*).

D'après notre analyse de terrain (*août et décembre 2000*), il a été dressé une carte de l'occupation du sol (*fig. 35*) :

La zone demeure majoritairement herbagère (*bois et prairies naturelles*) avec de petits îlots de cultures (*Tab.16*) :

- maïs (*vers le hameau des Favrils*),
- céréales, maïs et colza (*au Sud-Ouest de Cisai*),
- céréales (*au Nord de la zone*).

Les cultures représentent moins de 11 % de la S.A.U. (*Tab.16*), ce qui est faible, et le pourcentage de terres labourées sur les prairies naturelles est de 12 %, ce qui semble être des ratios à conserver dans le futur.



- Habitat dispersé (assainissement autonome)
- Lotissement /zone urbanisée
- Bois
- Prairie naturelle
- Prairie temporaire
- Céréale
- Maïs
- Colza
- Ruisseau
- Siège d'exploitation

Fig. 35 : carte de l'occupation des sols - zone de Gacé-Cisai

	Surface (ha)	% de la zone d'étude	% de la S.A.U.
S.A.U.	419,6	61,7	100
Prairies naturelles	374,6	55,1	89,2
Prairies temporaires	10,3	1,5	2,4
Céréales	8,3	1,2	2,0
Colza	4,1	0,6	1,0
Maïs	22,3	3,3	5,3
Zone urbaine	22,1	3,2	-
Voirie	12,8	1,9	-
Bois	225,5	33,1	-

Tab.16 : Répartition de l'assolement sur la zone d'étude des Favriels.

Les bois (*protégés* - ZNIEFF) représentent plus de 33 % de la zone d'étude.

→ Zone des Atelles

L'occupation du sol a été relevé en août et décembre 2000. Elle est reportée en *figure 36* et le détail des surfaces d'assolement est décrit en *tableau 17*.

	Surface (ha)	% de la zone d'étude	% de la S.A.U.
S.A.U.	296,0	100	100
Prairies naturelles	257,0	86,8	99,2
Plantations	8,0	2,7	-
Maïs	2,0	0,7	0,8
Siège	6,6	2,3	-
Voirie	4,0	1,3	-
Bois	18,4	6,2	-

Tab.17 : Répartition de l'assolement sur la zone d'étude des Atelles.

L'ensemble de la S.A.U. de la zone est voué aux prairies naturelles (> 99 % de la S.A.U.) en raison du contexte topographique (*fortes pentes*) et pédologique (*sols souvent peu épais*). Quelques parcelles moins pentées vers le Sud-Ouest de la zone seraient exploitables de façon plus intensive, mais elles demeurent pour l'instant en friche ou en jachère.

IV-2-6 - Activités agricoles

Des enquêtes ont été réalisées auprès des principaux exploitants des deux zones d'étude (*fig.37 et 38*) dans le but de connaître leurs pratiques, leurs stratégies de fertilisation et de déterminer les risques de pollutions induits par l'agriculture et l'élevage vis-à-vis des eaux de la nappe captée.

IV-2-6-1 - *L'agriculture sur la zone d'étude*

→ *Zone de Gacé - Cisai Saint-Aubin*

Seize exploitants principaux ont été répertoriés sur la zone d'étude dont quatre ont un siège sur la zone. Une cartographie des principaux exploitants est illustrée en *figure 37*.

La production bovine (*lait et viande*) domine avec quelques îlots de culture (*Cisai Saint-Aubin, les Favrils, Nord-Est du lieu-dit "Pierre Blanche"*). Dans les zones herbagères, quelques espaces sont consacrés aux chevaux de sport. Un éleveur spécialisé en ovins et orienté vers l'agrobiologie exerce sur Cisai Saint-Aubin.

Les pratiques agricoles sont synthétisées par exploitant dans le *tableau 18*, ainsi que le détail de son assolement¹.

Les exploitations sont de taille assez importantes, entre 50 et 130 hectares, sauf pour quelques agriculteurs pluri-actifs (*par exemple les exploitants 9 et 17*).

Le nombre d'UGB par hectare de S.A.U. est compris entre 0,7 et 1,4 ; ce qui représente une charge moyenne modérée.

→ *Zone des Atelles*

La *figure 38* représente la carte des exploitants principaux. On dénombre six exploitants sur la zone d'étude dont trois ont leur siège sur la zone (*fig.38*). Un des sièges est dédoublé sur deux sites (*les plus au Nord de la zone et les plus près du captage - fig.38*).

¹ *les exploitants 12 et 21 n'ont pas pu être joints pour l'enquête. Les exploitants 13 et 22 n'ont pas souhaité répondre.*

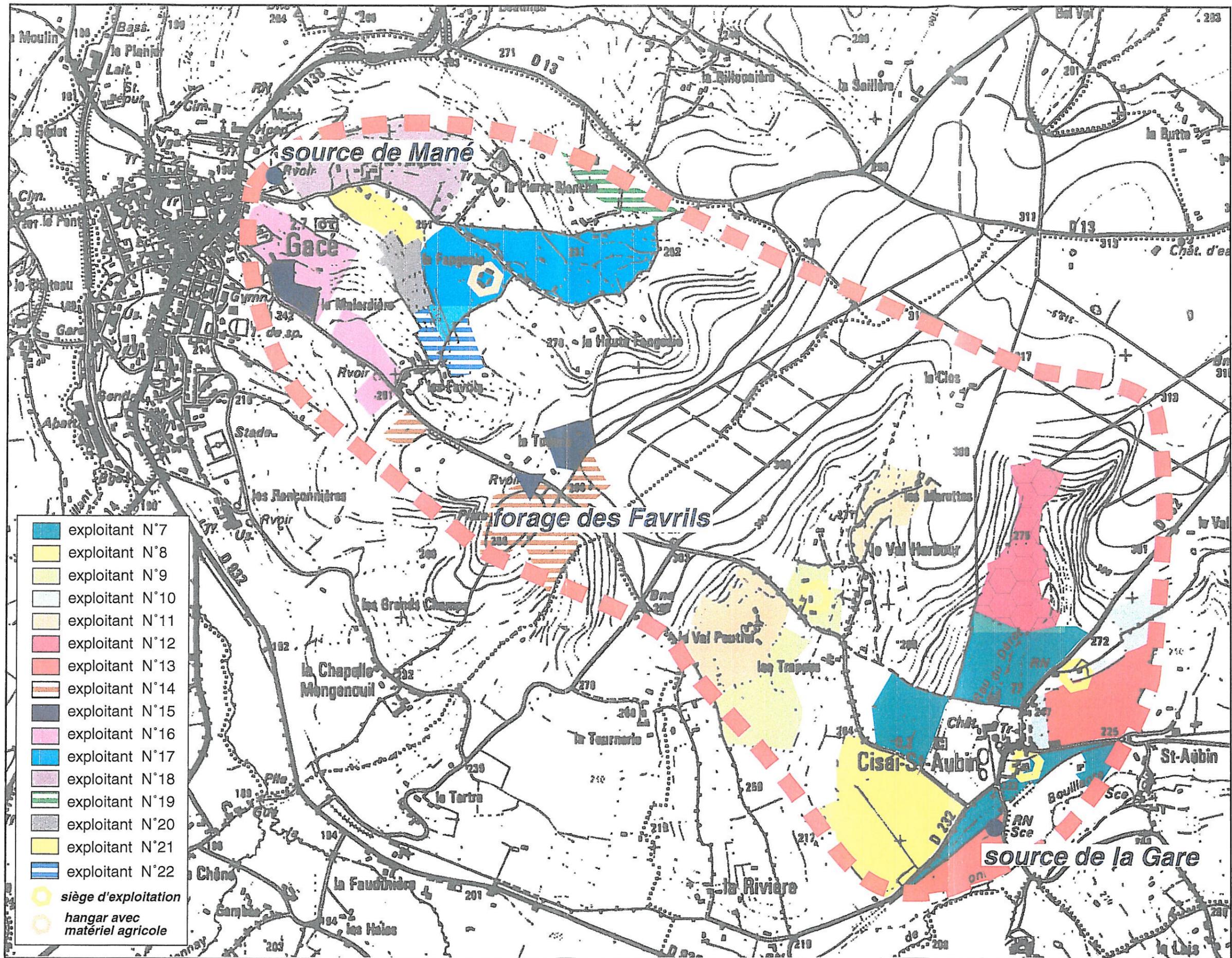


Fig. 37 : carte des exploitants - zone de Gacé-Cisai

Expt.	S. A. U. (ha)	Assolement (ha)	Production	% terres labourées / S.A.U.	Nombre d'UGB	UGB/ha	Siège
7	50,0	Prairies naturelles : 50,0 Maïs : 14,6 Céréales : 31,7	Ovins viande*	0	70,0	1,4	zone
8	100,7	Prairies temporaires : 17,3 Prairies naturelles : 35,0	Bovins viande Bovins lait	59,1	109,3	1,1	hors zone
9	18,0	Prairies naturelles : 18,0	Bovins viande Ovins viande	0	15,0	0,82	zone
10	32,6	Prairies naturelles : 32,6	Bovins viande	0	28,0	0,86	zone
11	57,0	Prairies naturelles : 57,0	Bovins viande	0	59,0	1,00	hors zone
12							
13							
14	134,0	Prairies temporaires : 23,0 Prairies naturelles : 84,7 Maïs : 18,0 Céréales : 8,0	Bovins lait + Bovins viande	36,5	104,3	0,78	hors zone
15	89,0	Prairies naturelles : 89,0	Bovins viande	0	66,0	0,74	hors zone
16	140,0	Maïs : 27,0 Céréales : 27,0 Prairies temporaires : 5,0 Prairies naturelles : 81,0	Bovins lait + Bovins viande	42,1	146,0	1,00	hors zone
17	26,0	Prairies naturelles : 26,0	Chevaux de sport	0	25,0	0,96	hors zone
18	50,0	Prairies naturelles : 50,0	Bovins viande	0	38,0	0,76	hors zone
19	106,0	Maïs : 18,0 Céréales : 23,0 Prairies naturelles : 65,0	Bovins lait	38,6	115,2	1,10	hors zone
20	112,0	Prairies naturelles : 112,0	Bovins lait + Bovins viande	0	76,0	0,68	hors zone

* : agrobiologique.

Tab.18 : Pratiques agricoles des exploitants de la zone d'étude des Favris

La production bovine (*lait - viande*) est dominante avec une utilisation majoritaire d'herbe et très minime de maïs. Les pratiques agricoles par exploitant sont reportées en *tableau 19*. Les exploitations sont moyennes à importantes (35 à 180 hectares) et majoritairement herbagères. Les exploitants 1, 3, 5 et 6 ont des systèmes moyennement intensifs et les exploitants 2 et 4, peu intensifs (*Tab.19*).

Lors de notre rencontre, plusieurs agriculteurs de la zone nous ont fait part de leur désir d'intégrer les programmes CTE (*aide à l'extensification*).

Les charges U.G.B. par hectare de S.A.U. sont comprises entre 0,7 et 1,2.

IV-2-6-2 - Les pratiques de fertilisation

Pour une vision globale, des bilans de fertilisation ont été réalisés (*bilans Corpen*) d'après les enquêtes auprès des exploitants. Les bilans complets sont reportés en *Annexe*. Les résultats des bilans sont synthétisés en *tableaux 20* et *21*. Les modes et pratiques de fertilisation sont détaillés pour chaque zone en *tableaux 22* et *23*.

<i>Exploit.</i>	<i>S.A.U. (ha)</i>	<i>S.A.U. de la zone d'étude</i>	<i>% S.A.U. sur la zone</i>	<i>Bilans N par ha</i>	<i>Bilans N maîtrisable / ha</i>
7	50,0	30	60,0	-66	-145
8	100,7	20	20,0	-47	-92
9	18,0	18	100	-76	-137
10	32,6	5	15,3	-88	-142
11	57,0	35	61,4	-106	-175
12					
13					
14	134,0	12	8,9	+42	+2
15	89,0	8	9,0	-63	-116
16	140,0	9	6,4	+1	-42
17	26,0	13	50,0	-110	-162
18	50,0	20	40,0	-78	-129
19	106,0	8	7,5	+15	-29
20	112,0	13	11,6	-39	-78

Tab.20 : Estimations des bilans azotés des exploitants enquêtés (bilans Corpen) [zone des Favriils].

Expl.	S. A. U. (ha)	Assolement (ha)	Production	% terres labourées / S. A. U.	Nombre d'UGB	UGB/ha	Siège
1	177,0	Prairies temporaires : 21,0 Prairies naturelles : 156,0	Bovins lait Bovins viande	11,8	195,5	1,1	zone (2 flots)
2	60,0	Prairies naturelles : 60,0	Bovins viande	0	67,3	1,1	zone
3	77,0	Maïs : 16,0 Blé : 4,0 Prairies naturelles : 57,0	Bovins lait Bovins viande	25,9	93,2	1,2	hors zone
4	36,7	Prairies naturelles : 36,7	Bovins viande	0	33,3	0,9	zone
5	37,0	Maïs : 7,0 Céréales : 1,5 Prairies naturelles : 28,5	Bovins lait	22,9	44,0	1,2	hors zone
6	110,0	Maïs : 20,0 Blé : 20,0 Prairies naturelles : 80,0	Bovins lait	36,3	80,0	0,7	hors zone

Tab.19 : Pratiques agricoles des exploitants de la zone d'étude des Atelles.

<i>Exploit.</i>	<i>S.A.U. (ha)</i>	<i>S.A.U. de la zone d'étude</i>	<i>% S.A.U. sur la zone</i>	<i>Bilans N par ha</i>	<i>Bilans N maîtrisable / ha</i>
1	177,0	55,0	31,0	-41	-100
2	60,0	53,5	89,2	-86	-151
3	77,0	9,0	11,6	-1	-52
4	36,7	36,7	100	-87	-148
5	37,0	4,0	10,8	-31	-89
6*	110,0	5,0	4,5	-92	-177
* bilan partiel sur parcelle de la zone.					

Tab.21 : Estimations des bilans azotés des exploitants enquêtés (bilans Corpen) [zone des Atelles].

→ Zone de Gacé - Cisai Saint-Aubin

Trois bilans sont légèrement excédentaires, mais correspondent à de faibles surfaces (< 30 hectares), le reste est largement déficitaire (*Tab.20*). les pratiques de fertilisation (*Tab.22*) traduisent ces niveaux de fertilisation en moyenne très bas, excepté pour le maïs et les céréales (*exploitants 14, 16 et 19*).

→ Zone des Atelles

Les bilans sont très négatifs, ce qui limite le risque de pollution lié aux pratiques de fertilisation (*Tab.21*). Les exploitants 2 et 4 disposent d'un suivi agri-environnemental dans le cadre des aides européennes à l'extensification.

Le *tableau 23* détaillant les pratiques de fertilisation traduit les résultats précédents en soulignant le différentiel visible entre stratégie adaptée pour les "céréales - maïs" et celle appliquée aux prairies. Cependant, l'impact demeure faible en raison des faibles surfaces cultivées sur la zone (*fig.36*).

Les produits phytosanitaires utilisés sur les deux zones sont listés dans le *tableau 24*. Les agriculteurs les plus intensifs (*maïs - céréales*) utilisent des produits phytosanitaires ; les moins intensifs (*herbagers*) n'en utilisent pratiquement pas. L'impact de l'utilisation des produits phytosanitaires est limité en raison des faibles surfaces cultivées.

Expl.	PRAIRIES						CÉRÉALES						MAÏS					
	Fumière organique		Fumière minérale (en kg/ha)				Fumière organique		Fumière minérale (en kg/ha)				Fumière organique		Fumière minérale (en kg/ha)			
	N		N	P	K		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K
7	20		0	0	0		0	50	60	60		60	18	48	60			
8	0		36	33	60													
9	0		0	0	0													
10	20		0	0	0													
11	0		0	20	20													
12																		
13																		
14	0		100	15	30		0	20	140	20	40	90	60	46	0			
15	0		15	25	38		0	70	150	70	110	75						
16	40 ou 0		30 90	0 0	0 0													
17	0		0	0	0													
18	0		0	20	20													
19	45		100	56	72		0	60	150	60	70	90	100	60	70			
20	30		30	0	0													

Tab.22 : Pratiques de fertilisation - Zone des Favriils.

Expt.	PRAIRIES						CÉRÉALES						MAIS						
	Fumière organique		Fumière minérale (en kg/ha)				Fumière organique		Fumière minérale (en kg/ha)				Fumière organique		Fumière minérale (en kg/ha)				
	N		N	P	K		N	P	K	N	P	K	N	P	K	N	P	K	
1	100		70	0	0														
2	20		24	15	35														
3						0				180	36	88			120		50	46	0
4	10		0	0	0														
5	30		50	0	0	0				150	0	0		120		18	46	0	
6	0		90	40	80	0				150	60	90		90		70	70	60	

Tab.23 : Pratiques de fertilisation - Zone des Atelles.

<i>Produits</i>	<i>Dosage/ha</i>	<i>Matière Active</i>	<i>Culture</i>
Gesaprine	2 l/ha	Atrazine	Maïs
Mikado	1,5 l/ha	Sulcotrione	Maïs
Frontière	1,6 l/ha	Dimethenamid	Maïs
Harness	2 kg/ha	Acetochlore	Maïs
Pampa	1,2 l/ha	Nicosulfuron	Maïs
Basamaïs	3 l/ha	Bentazone	Céréales
Augur	1,8 l/ha	Isoproturon	Orge
Amista	1 l/ha	Azoxystrobine	Blé
Quartz	3 l	Diflufénicanil + Isoproturon	Orge
Genoxone ZX	2 l/hl	Triclopyr + 2,4-D	Débroussaillant
Bouvel 4S	1 l/ha	Dicamba	Jachère

Tab.24 : Produits phytosanitaires utilisés par les exploitants sur la zone d'étude.

Les consignes concernant l'utilisation de l'atrazine semblent respectées (*maximum 1 kg de matière active par hectare, équivalent à 2 litres de produit commercial*). Les substituts à l'atrazine sont utilisés sur la zone. Les exploitants déclarent ne pas dépasser les doses préconisées.

IV-2-6-3 - Sièges d'exploitation

Ils sont repérés sur les cartes des *figures 37* et *38*.

→ *Zone de Gacé - Cisai Saint-Aubin (fig.37)*

Quatre sièges ont été inventoriés sur la zone d'étude. Un des exploitant n'a pas souhaité répondre à l'enquête. Les trois sièges visités disposent de peu de bâtiments (*système plein-air quasi intégral*) et des stockages réduits d'effluents. Ils appartiennent aux exploitants 7, 9 et 10.

- exploitant 7 : une ancienne bâtisse sert de bergerie en période d'agnelage et de finition des agneaux (*litière accumulée et transfert au champ*). l'exploitant a pour projet de créer une bergerie dans une ancienne stabulation de vaches laitières ;
- exploitant 9 : idem que pour l'exploitant 7 mais sous un hangar ;
- exploitant 10 : il comporte une étable sur dallage béton (*150 m²*) avec racleur mécanique. Présence d'une fumière (*120 m³*) à l'extrémité de l'étable.

Les exploitations ne sont pas actuellement intégrales au PMPOA, mais elles ne présentent apparemment pas de graves risques de pollution vis-à-vis des captages. Seule la proximité des captages de la Gare est un facteur défavorable vis-à-vis de la protection des ouvrages.

→ *Zone des Atelles*

Trois sièges sont actuellement en activité dont un est divisé en deux pôles (*le Val Bréchet et le Fieuxcery - Fig.38*).

- exploitants 2 et 3 : il s'agit de deux sièges bovins-viandes ayant des systèmes d'exploitation orientés vers le plein-air. les bâtiments

existants ne sont utilisés que ponctuellement (*mise bas - animaux malades*). Ce sont de petites surfaces dallées avec évacuation des fumiers à la main. Ils ne sont pas concernés par la mise aux normes ;

- exploitant 1 : il s'agit d'un siège bovin disposant d'un bâtiment neuf (*suite à une mise aux normes*) au Fieuxcery et d'un bâtiment plus ancien sur litière accumulée au Val Brêchet. La superficie totale de 1100 m² environ est répartie pour deux-tiers au Fieuxcery et un-tiers au Val Brêchet. Le bâtiment neuf est doté d'une fosse à lisier de 1400 m³ semi-enterrée. Le siège du Val Brêchet nécessiterait quelques aménagements au niveau écoulement des jus et eaux pluviales qui représentent un risque de pollution potentiel vue sa proximité relative du captage des Atelles (*≈ 500 m*).

NB : un ancien bâtiment aujourd'hui désaffecté se situe au Val Herbourg (arrêt d'activité en 1990).

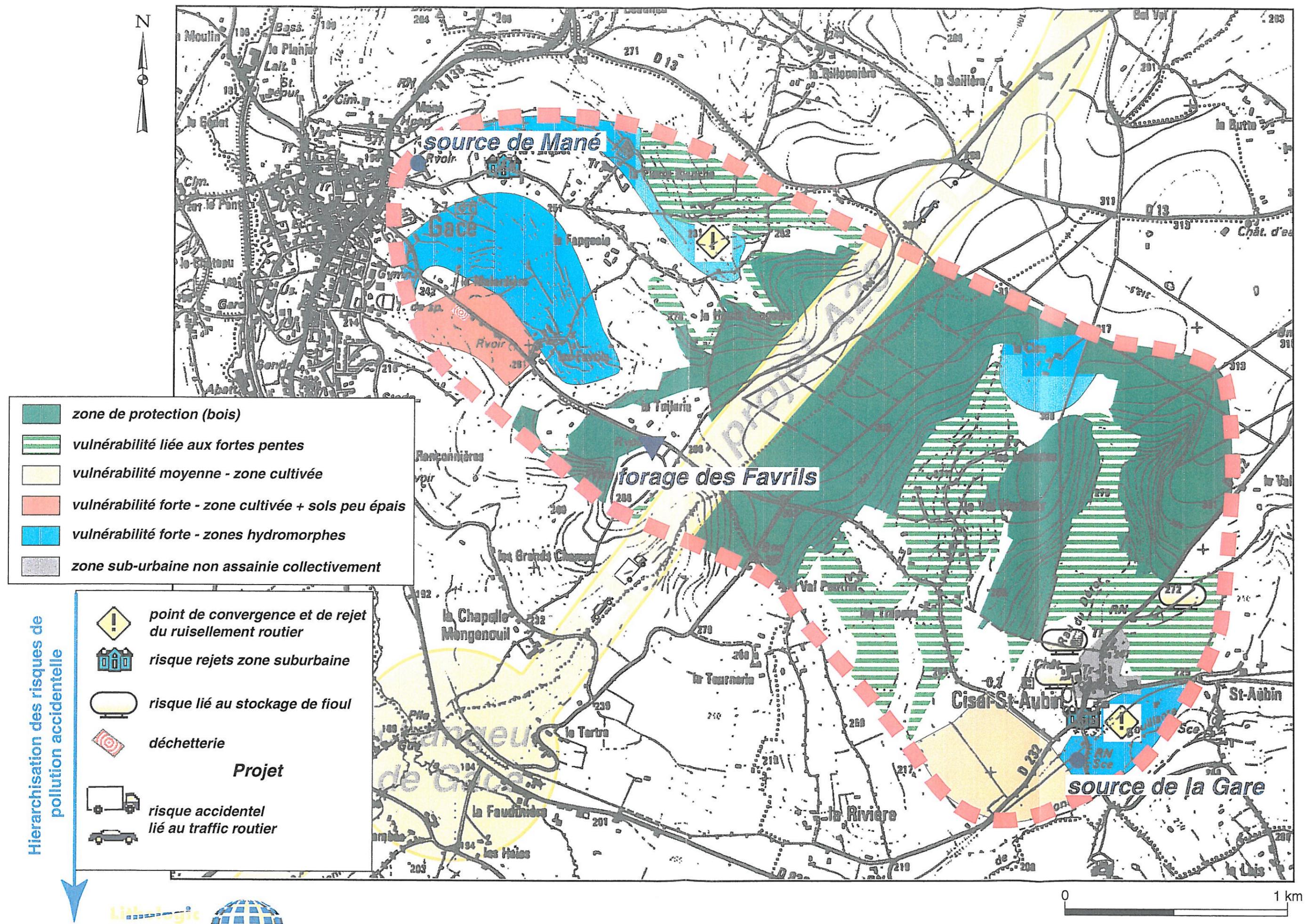
V - Synthèse et conclusion - Vulnérabilité des captages et de la nappe

Les figures 39 et 40 illustrent d'après les données recueillies lors de cette étude, la vulnérabilité des eaux des captages du SIAEP de Gacé.

L'eau captée dans les quatre ouvrages du Syndicat (captage des Atelles, de Mané, de la Gare et forage des Favrils) présentent une bonne qualité physico-chimique. On observe une légère montée des teneurs en nitrates, (teneurs qui restent en deça des 20 mg/l), ainsi que quelques épisodes ponctuels de contamination bactériologique.

Les sols sains et peu battants et les zones boisées assurent une protection naturelle non négligeable des captages. Toutefois, certains facteurs pourraient amoindrir ces protections, tels que :

- la faible épaisseur locale des sols au-dessus d'un socle fracturé ;
- les fortes pentes à l'approche des talwegs ; le réseau d'eau pluvial étant relativement discontinu, le lessivage des voiries peut localement



- zone de protection (bois)
- vulnérabilité liée aux fortes pentes
- vulnérabilité moyenne - zone cultivée
- vulnérabilité forte - zone cultivée + sols peu épais
- vulnérabilité forte - zones hydromorphes
- zone sub-urbaine non assainie collectivement

- Hierarchisation des risques de pollution accidentelle
- point de convergence et de rejet du ruissellement routier
 - ! risque rejets zone suburbaine
 - risque lié au stockage de fioul
 - déchetterie
 - Projet**
 - risque accidentel lié au trafic routier

Fig. 39 : carte de vulnérabilité des eaux - zone de Gacé-Cisai

présenter un risque à proximité des captages (captage de la Gare, de Mané).

- les points de pollutions ponctuels (*silos non aménagés, ...*) ;
- les fuites potentielles au niveau des sièges d'exploitation. Le risque est limité aux exploitations se situant à proximité des captages (Atelles et la Gare).
- l'état des dispositifs d'assainissement autonomes. Bien que la plupart ne semblent pas présenter de risques importants, c'est plutôt la concentration de dispositifs autonomes, non aux normes, dans des zones agglomérées à proximité des captages, qui peuvent entraîner par effet d'accumulation des problèmes ponctuels, voire chroniques à terme, au regard de la dégradation de la qualité des eaux. C'est le cas à l'amont du captage de la Gare, au niveau du bourg de Cisai. Toutefois, des projets d'aménagement des dispositifs d'assainissement sont en cours, conformément à la législation.
- les stockages de fioul, sans dispositifs de rétention, présentent un risque récurrent de pollutions ponctuelles accidentelles. Des bacs de rétention pourraient être installés sous les cuves les plus proches des captages en ce qui concerne les stockages au sol ; les cuves enterrées (une dans la zone des Atelles) présentent un risque accru en raison de l'absence de contrôles possibles.
- le projet d'autoroute A28, traversant de part en part la zone d'alimentation des captages du Mané, de la Gare et des Favrils pourrait avoir un impact non négligeable sur la protection, voire la conservation de certains ouvrages (les Favrils), autant d'un point de vue qualitatif que d'un point de vue quantitatif (drainage du bassin versant d'alimentation). L'avancement du projet devra faire l'objet d'une étude d'impact hydrogéologique précise soumise aux services compétents (Syndicat Départemental de l'Eau) et à l'Hydrogéologue Agréé en charge de la détermination des périmètres de protection.

Il semble, en résumé, que le captage le plus vulnérable aujourd'hui soit celui de la Gare, situé à l'aval du bourg de Cisai St Aubin, à proximité

de l'ensemble des rejets de la zone agglomérée amont (ruissellement, assainissement, risques ponctuels), et dans une moindre mesure celui de Mané, à proximité de la zone urbanisable de Gacé.