

PROGRAMME DEPARTEMENTAL 2000-2004

DE RECHERCHE HYDROGEOLOGIQUE

SUR LE TRIAS

Synthèse sur les études et travaux

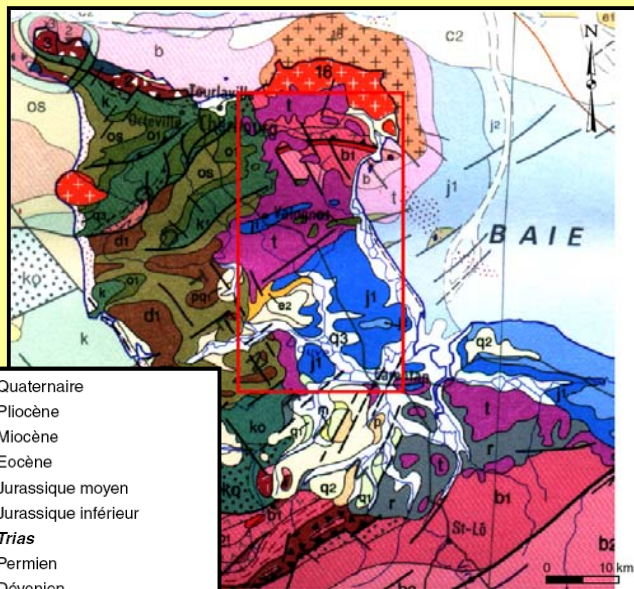
De nombreux programmes de recherche hydrogéologique, engagés depuis une vingtaine d'années (1985-2004) par le Conseil Général avec la participation financière de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie et mis en œuvre par la DDAF- Service des équipements ruraux, ont permis :

- d'identifier et de quantifier les ressources en eau souterraine du département, notamment dans l'isthme du Cotentin.
- d'approfondir les connaissances géologiques, hydrodynamiques et hydrochimiques des aquifères.

Compte tenu de l'importance des nappes du Trias dans l'alimentation en eau potable dans le Cotentin, un programme départemental a été lancé en 2000-2004 afin de mieux connaître et caractériser ces formations, sur les plans quantitatif et qualitatif mais également de préciser les zones potentiellement aquifères.



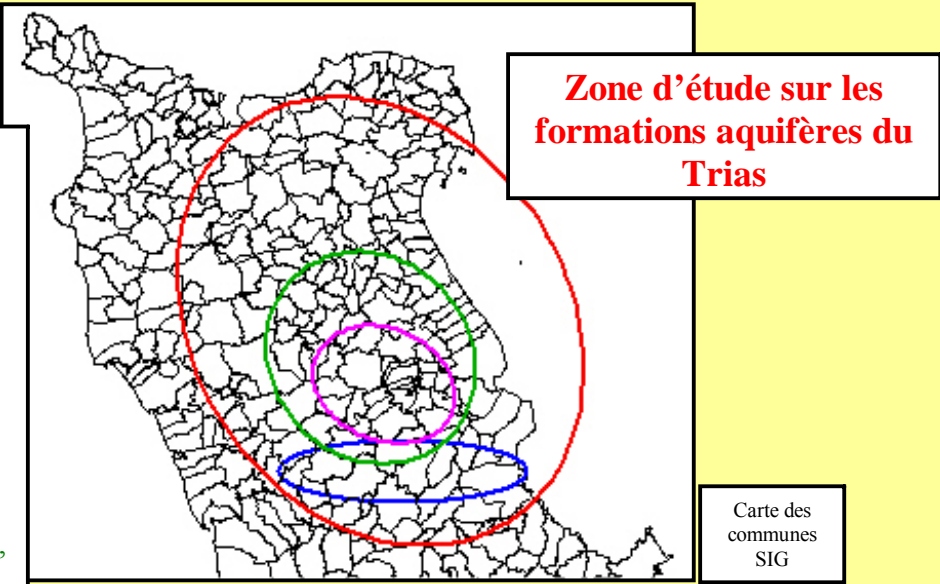
D.D.A.F. de la Manche
Service des équipements
publics ruraux
Hydrogéologie –
ressources en eau



Contexte géologique régional du secteur d'étude (en rouge)

- ☞ **PHASE 1** (2000) : Etude de synthèse préalable sur les formations aquifères du Trias dans le département de la Manche.
- ☞ **PHASE 2** (2000-2001) : Prospection géophysique sur une large superficie (1800 hectares). Sondages carottés avec analyses des sédiments et diagraphies. Synthèse des études réalisées en 2000-2001 (y compris celles pour le compte des collectivités).
- ☞ **PHASE 3** (2002-2003) : Forages de reconnaissance et pompages d'essai dans le Trias profond.
- ☞ **PHASE 4** : Prospection géophysique, analyse hydrogéologique et forage carotté.

- PHASE 1** } Secteur Nord du bassin de Carentan
Secteur de la vallée du Merderet
Secteur de Valognes-Montebourg
- PHASE 2** Secteur de Saint Jores et d'Auvers (Nord du bassin de Carentan)
- PHASE 3** Secteur de Picauville et d'Apperville
- PHASE 4** Région de Sainte Mère-Eglise, Picauville et Apperville



Zone d'étude sur les formations aquifères du Trias

Carte des communes SIG

PHASE 1



Mettre en évidence les problématiques quantitatives et qualitatives
Appréhender le fonctionnement de ces aquifères dispersés et hétérogènes
Evaluer les capacités réelles de production des différents secteurs potentiellement aquifères
Proposer des axes de recherches complémentaires



METHODE

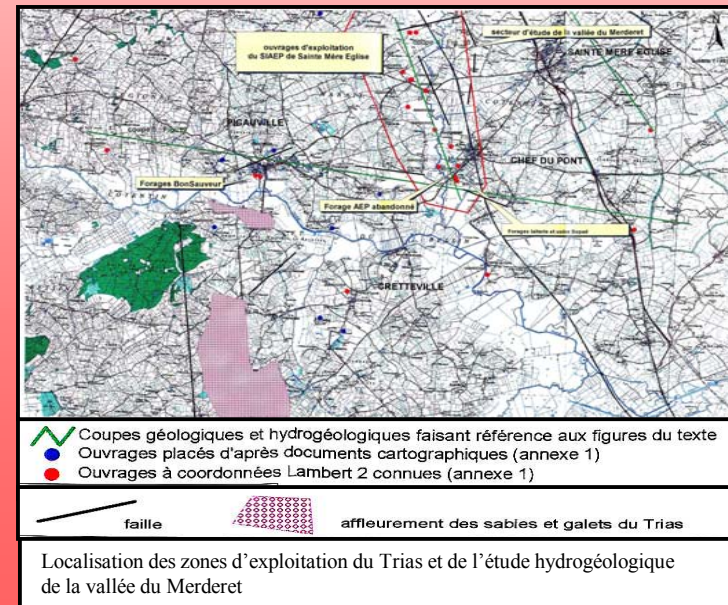
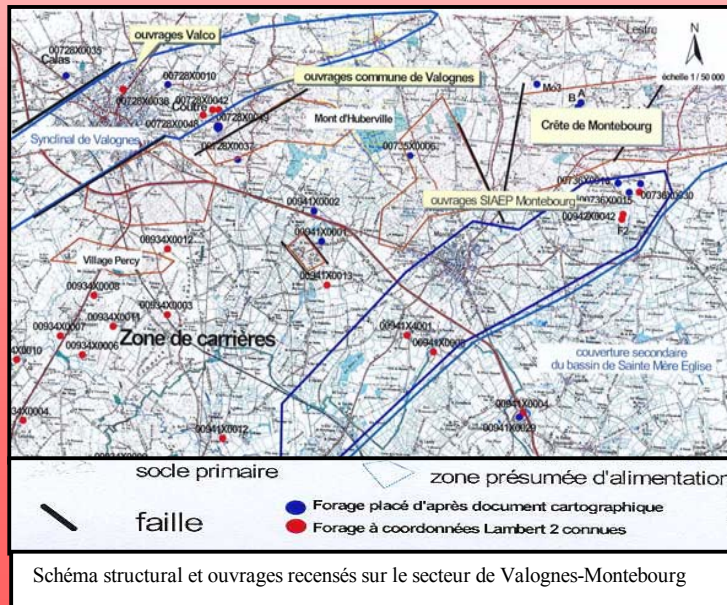
Rappel des généralités sur le Trias (géologie, hydrogéologie, qualité et vulnérabilité des eaux)

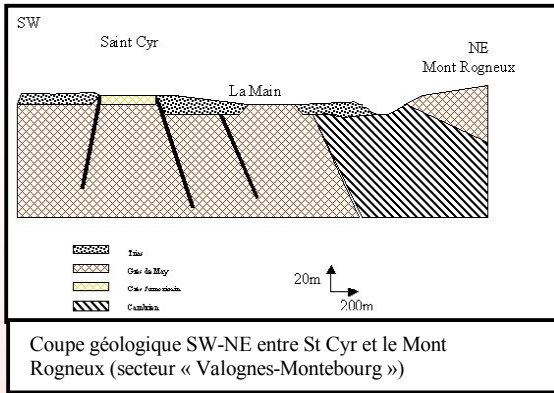
Etude par secteurs :

↳ **Région de VALOGNES-MONTEBOURG**

↳ **Vallée du MERDERET**

↳ **Nord du bassin de CARENTAN : SAINT JORES – LES VEYS**

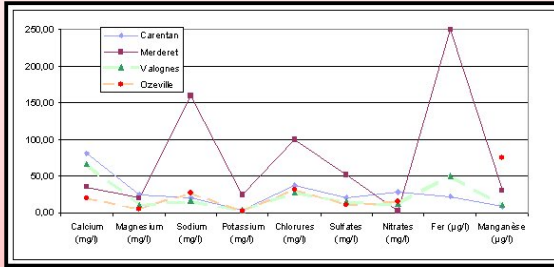




1. A La Butte (Saint Jores)
2. Au Moitiers en Bauplois (Picaeuville) (sables et cailloutis)
3. A l'ancienne carrière de Lieusaint (Montebourg)
4. A La Motte (St Sauveur le Vicomte)

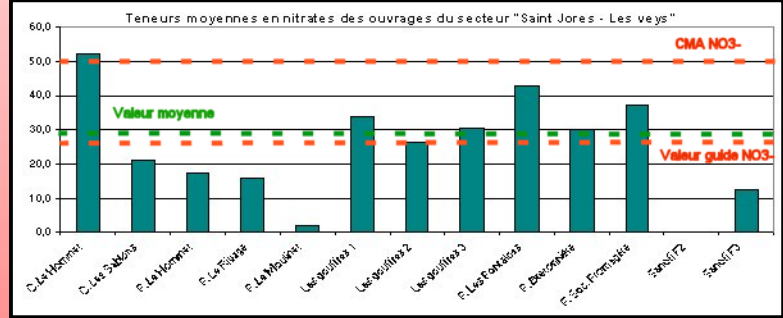
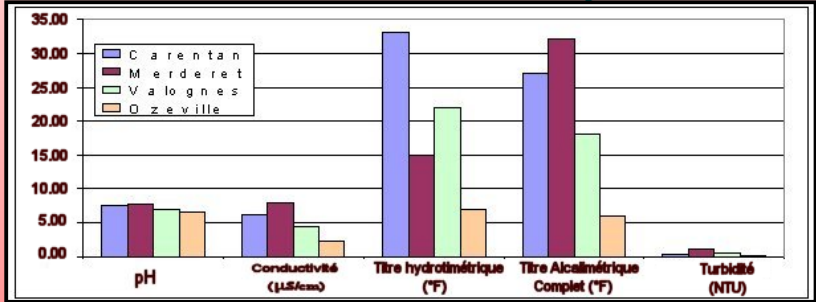
Affleurements de Trias

PHASE 2



Faciès physicochimiques des eaux des aquifères du Trias du département de la Manche

Teneur en nitrates moyennes des ouvrages du secteur « Saint Jores – Les Veys »



CONCLUSION

- Etat des lieux des connaissances sur les caractéristiques du Trias et son exploitation pour l'A.E.P.
- Aquifères tronçonnés et hétérogènes, débits satisfaisants mais variables selon les secteurs (400 à plus de 2000 m³/j)
- Problèmes fréquents de pesticides et nitrates dans le secteur le plus productif (St-Jores Auvers– Carentan)
- Définition des axes de recherche (région de Carentan – Sainte Mère-Eglise – Valognes)

PHASE 2

BUT :

Collecter des données supplémentaires sur la localisation des sites productifs, la protection naturelle des nappes, la qualité des eaux souterraines

Améliorer les connaissances sur le fonctionnement hydraulique des aquifères

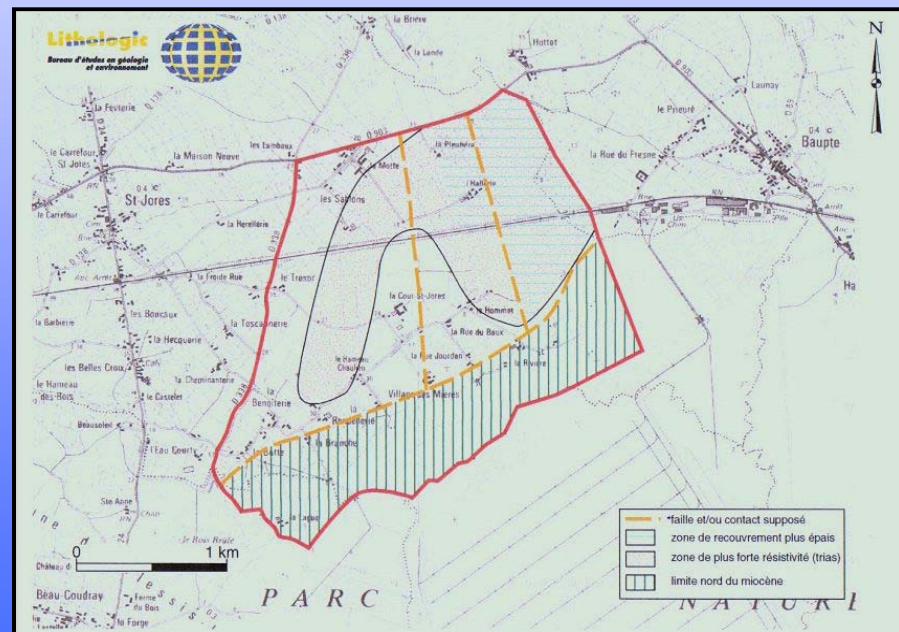
Tester certaines méthodes de prospection dans le Trias (géophysique, carottage)

Déterminer les zones complémentaires favorables à l'exploitation des nappes (bonne productivité, bonne qualité d'eau, et bonne protection naturelle)

Essentiellement dans la région de Carentan, Baupré et sur les bassins de Saint Jores et Auvers



Carte d'interprétation des données géophysiques pour la zone est (Auvers), Lithologic, 2001



Structure et répartition des faciès du secteur ouest de prospection (source : Lithologic, R/PB/00.056)



carottiers



Carottage SC1, Saint Jores, SEERS FORALO fin 2000

METHODE

➤ Prospection géophysique à grande échelle avec la méthode V.L.F (4 grands profils électromagnétiques en mode résistivité) et 64 sondages électriques (méthode Schlumberger centrée, AB 400 à 800 m) entre Carentan et Saint Jores (1800 hectares)

➤ Sondages carottés SC1 (à -50,5 m) et SC2 (à -38 m) sur les communes de Saint Jores et d'Auvers avec diagrapies : thermoconductivité, gammagraphie, micromoulinet et traçage par « salage »

➤ Etude sédimentaire des deux forages carottés et interprétation géologique des dépôts triasiques du secteur de Baupte-Carentan (Université de Caen)

➤ Etudes et recherches en eau en parallèle : prospections géophysiques complémentaires suivies de forages de reconnaissance pour le compte du S.I.A.E.P. Baupinois et du S.I.A.E.P. de Sainte-Marie de Mont



Sables/grès poreux peu consolidés



calcrètes



Silt et argiles

Exemples de carottes

CONCLUSION

➤ La géophysique n'a pas permis de différencier, de manière précise, les faciès du Trias et donc les horizons potentiellement productifs que sont les calcrètes, les sables et les graviers. Cependant, cette prospection a précisé l'extension latérale des formations triasiques, les variations d'épaisseur et de faciès et les secteurs les plus vulnérables aux pollutions.

➤ Les deux sondages carottés (SC1 et SC2) ont mis en évidence un aquifère captif avec au moins deux nappes superposées. Pour SC1, faciès du Trias entre -3 et -33 m et entre -0,7 m et -31,90 m pour SC2.

Les recherches en eau complémentaires ont mis en évidence des débits non négligeables (20 à 30 m³/h) mais une eau souterraine contaminée par les nitrates et pesticides (triazines).

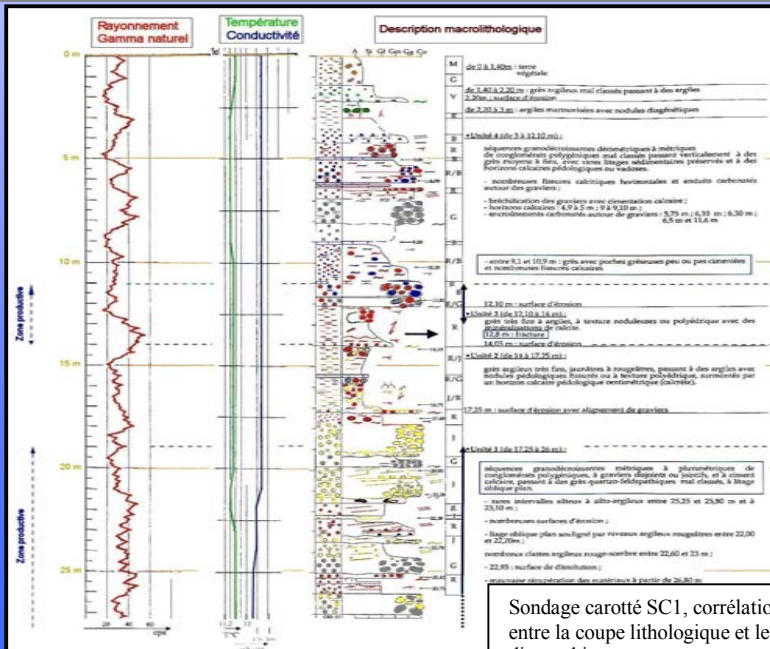
➤ Les deux premières phases ont mis en évidence, surtout dans le « secteur nord du bassin de Carentan » :

➤ la structure morphologique du Trias (toit, mur et extension)

➤ l'agencement des différents faciès consécutifs aux conditions de dépôts des formations du Trias

➤ la complexité des différents aquifères et des écoulements souterrains.

➤ des débits corrects mais une qualité d'eau souvent médiocre



Sondage carotté SC1, corrélation entre la coupe lithologique et les diagrapies

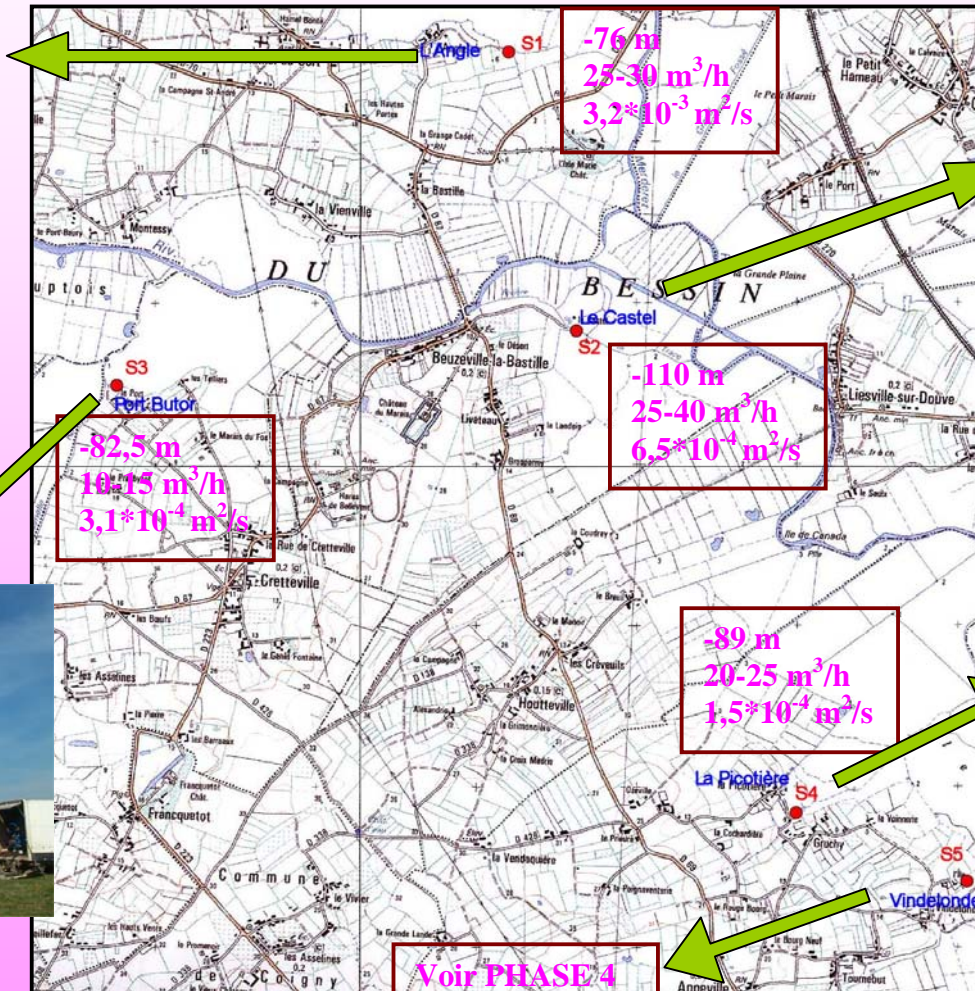
PHASE 3

PHASE 3

BUT :

Améliorer les connaissances géologiques et hydrogéologiques (variations de faciès et d'épaisseur) localisées dans les secteurs suivants :

- Entre la vallée du Merderet et le « Secteur Nord du bassin de Carentan »
- Extrémité nord de la vallée du Merderet
- Le secteur « Valognes-Montebourg » (secteur non étudié)



Voir PHASE 4

METHODE



Actinostreon Gregarium de l'Hettangien (Picauville)



Orbitoline de l'Eocène (Picauville)

Campagne de sondages peu profonds à la tarière et à la pelle mécanique pour connaître les premiers horizons et la profondeur de la nappe si possible. Campagne non réalisée en raison de l'utilisation des données des nombreux forages effectués par le BRGM et l'Université de Caen dans le cadre de la carte géologique de Sainte Mère-Eglise (en cours de levé).

Quatre sondages de reconnaissance au rotary sur le secteur sud de la vallée du Merderet (S1 à S4) en octobre 2002 et un sondage carotté (S5) d'une profondeur de 112 mètres, reporté en 2004 (phase 4).

Analyse des sédiments, coupes lithologiques et interprétation géologique régionale.

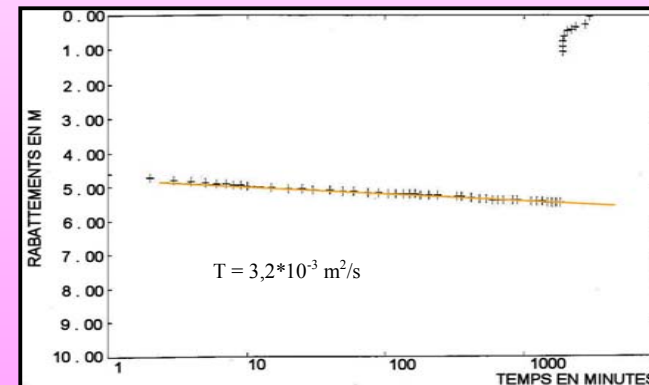
Diagraphies pour préciser les coupes lithologiques et suivre horizontalement et verticalement les différents faciès.

Pompages d'essai avec prélèvements d'eau à la fin de l'été 2003 pour analyses physico-chimiques. Les analyses isotopiques (reportées en 2005) intègrent le forage carotté S5 (phase 4).



Qualité de l'eau

	S1 L'ANGLE	S2 LE CASTEL	S3 PORT BUTOR	S4 LA PICOTIERE
P.H.	7,95	7,75	8,1	7,7
Conductivité à 20°C (en µS/cm)	720	580	620	560
T.H. (dureté) en °F	39,5	25	19,4	25,5
T.A.C. en °F	33	29	26,7	28
NO ₃ ⁻ en mg/l	13,4	<0,5	3,3	1,3
Fer total en µg/l	<100	<100	<100	<100
Manganèse en µg/l	<25	25	<25	30
Sodium en mg/l	19	-	-	-
Atrazine en µg/l	0,04	<0,02	<0,02	<0,02

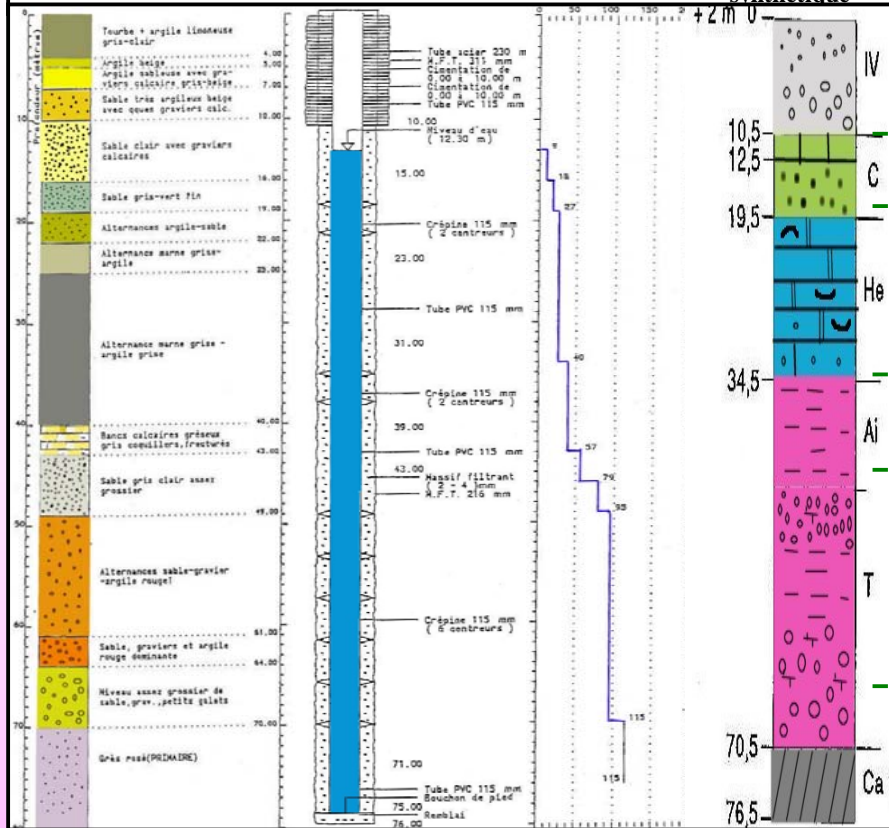


Courbe de descente et remontée de S1
Coordonnées semi-logarithmiques

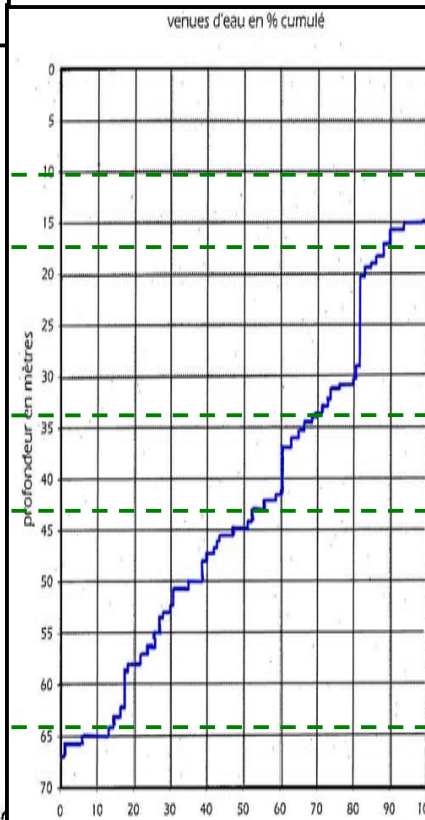
Commune : **Picauville**

Désignation : **L'Angle – S1** Fév. 2003 O. DUGUE,
N. POUPINET Laboratoire de
Géologie-Université de Caen

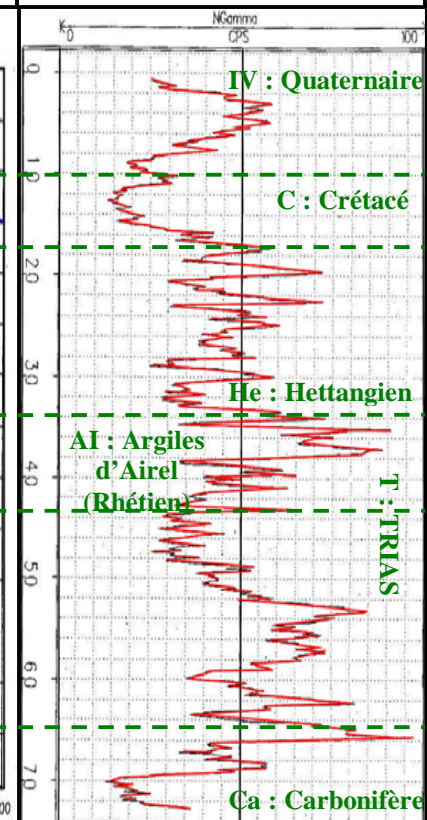
Coupe lithologique Coupe technique Débit instantané (m³/h) Coupe géologique synthétique



Mesure de **micromoulinet**
mode dynamique – Q= 7 m³/h
forage S1



Diagraphie
forage S1



CONCLUSION

Deux forages S1 et S2 ont fourni un débit au soufflage largement supérieur aux attentes, de plus de 100 m³/h. Les pompages d'essai font cependant apparaître des débits moindres en exploitation (25 à 40 m³/h).

Les eaux apparaissent de bonne qualité physico-chimique.

- Minéralisation et dureté fortes
- Teneurs faibles en nitrates
- Teneurs en fer, manganèse et éléments toxiques inférieures aux concentrations maximales admissibles
- Absence de pesticides sauf sur Picauville (en traces)

Il existe des ressources aquifères dans le Trias non négligeables, bien protégées naturellement et réparties de manière inégales dans l'espace et la profondeur, essentiellement dans le trias sablo-gréseux. Elles ont été localisées dans la région entre Chef-du-Pont, Picauville au nord et Appeville au sud.

PHASE 4

BUT :

METHODE

Déroulement de l'étude, dans la région de Sainte Mère-Eglise et Picauville-Appeville, en deux parties :

Partie 1

Campagne de prospection géophysique dans la région comprise entre Appeville, Picauville et Chef-du-Pont, par la méthode des sondages électriques (73 AB entre 400 et 1000) couplée avec des panneaux électriques pour suivre la répartition spatiale et verticale des ressources aquifères.

Coupes synthétiques interprétées au travers de la zone d'étude et de cartes d'isovaleurs par interpolation des séries traversées.

Nivellement de nombreux forages de la région et du secteur de la vallée du Merderet (30 environ), afin d'estimer la piézométrie et si possible le sens d'écoulement de la ou des nappe(s).

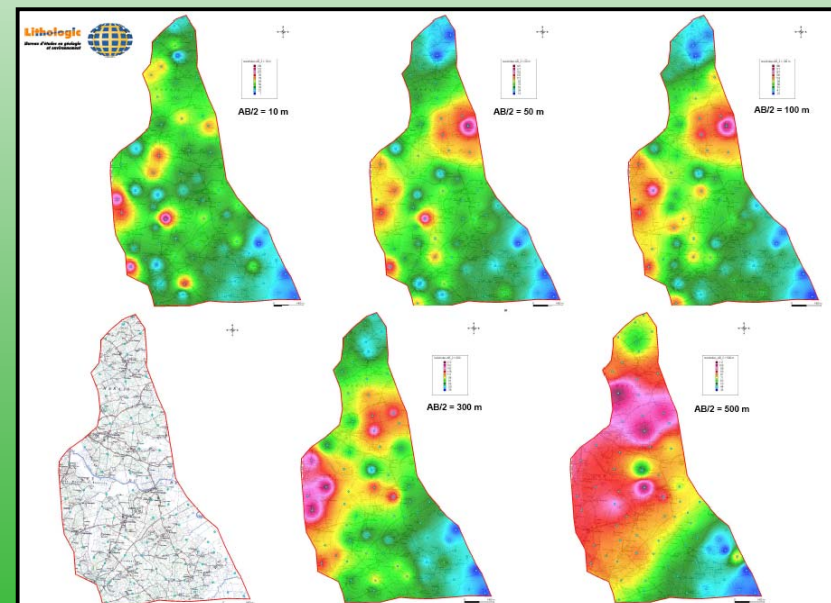
Interprétation et synthèse de l'ensemble des données géophysiques, géologiques et hydrogéologiques. Hypothèse sur la géométrie 3D, les caractéristiques et l'intérêt hydrogéologique des séries.

Compléter les données déjà acquises lors des études précédentes sur le Trias et utiliser toutes les données disponibles (Banque de données du sous-sol, recherches en eau, levés de la carte géologique de Sainte Mère-Eglise...).

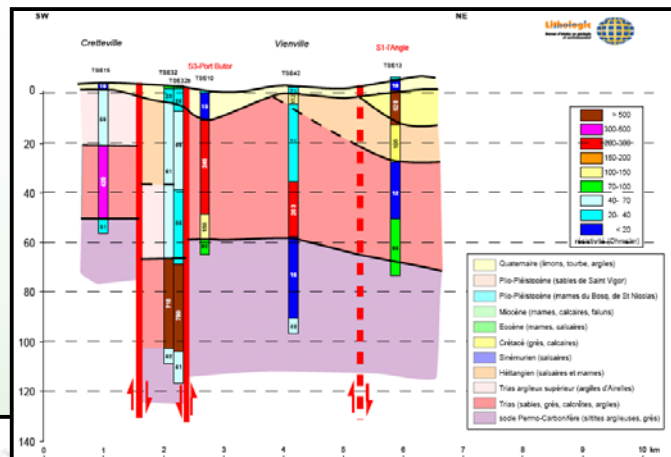
Mieux cerner les caractéristiques géologiques et hydrogéologiques (notamment la circulation des eaux souterraines) et la géométrie des séries du Trias et des formations aquifères qui les recouvrent (Crétacé, faluns tertiaires).

Déterminer les zones les plus intéressantes sur les plans hydrogéologique, hydrochimique et environnemental dans le cadre d'une exploitation future.

Proposer des axes de recherche complémentaires (nouveaux secteurs, études,...).

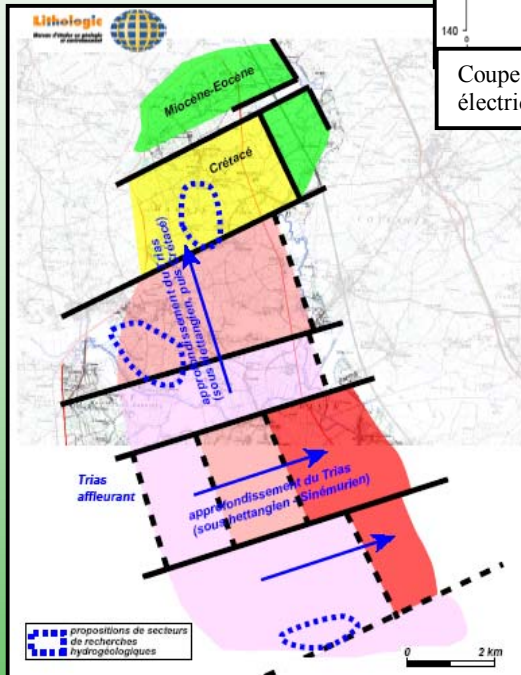


Carte d'interpolation des résistivités apparentes en fonction de la longueur AB



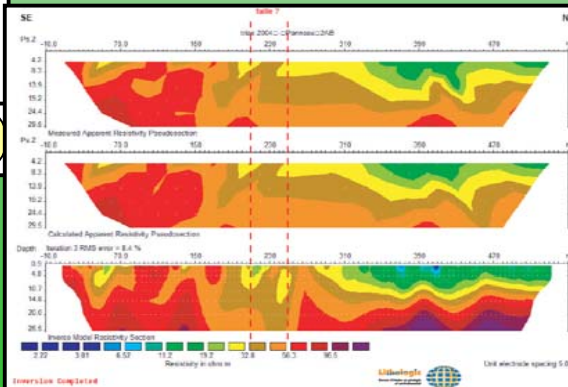
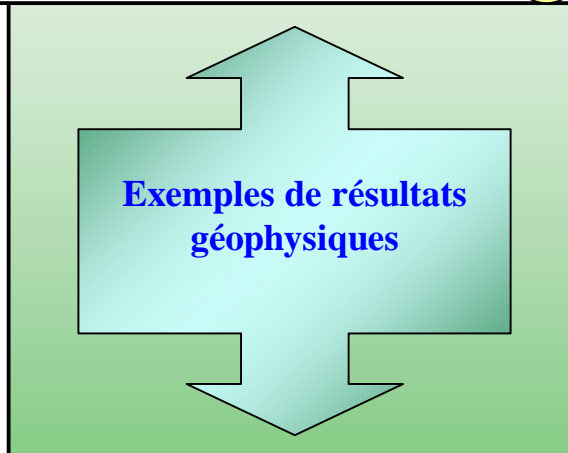
Coupe géo-électrique interprétative d'après les sondages électriques

1



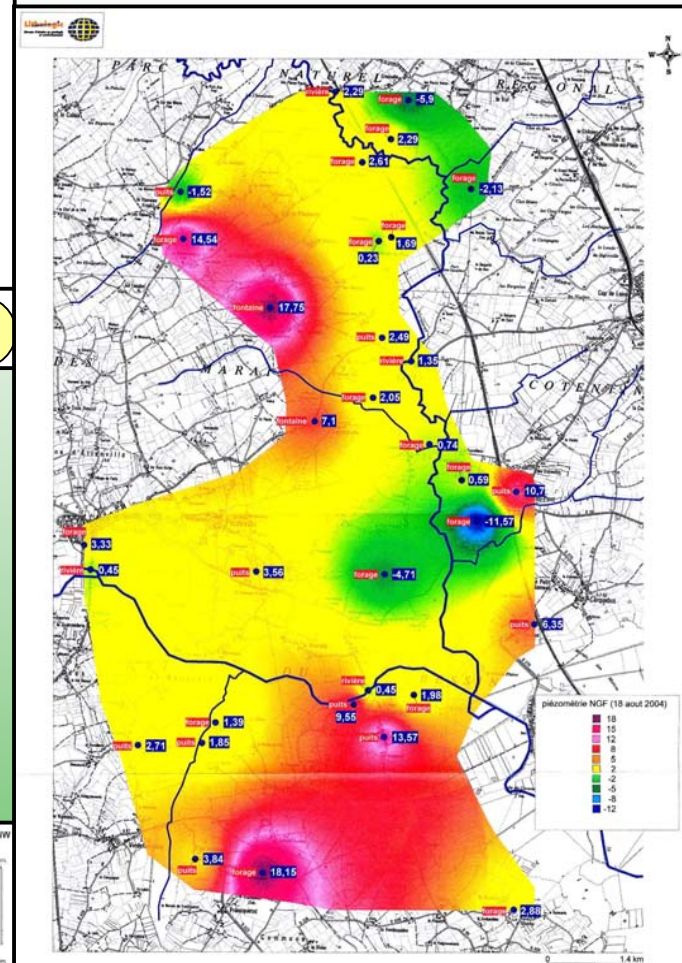
Hypothèse structurale simplifiée du secteur d'étude

4



Panneau de résistivité (dipôle-dipôle) entre les sondages électriques 32 et 10 (2 panneaux de 270 m enchainés)

2



Carte piézométrique par interpolation à partir des points de mesure (flèches bleues : écoulement supposé de la nappe souterraine).

3

Partie 2

Foration du sondage S5 (-112 m) par la méthode du Rotary à la boue (forage en diamètre 228 mm et tubage PVC 112/125 mm) puis par carottage à l'eau claire (de -36 à -105 m).

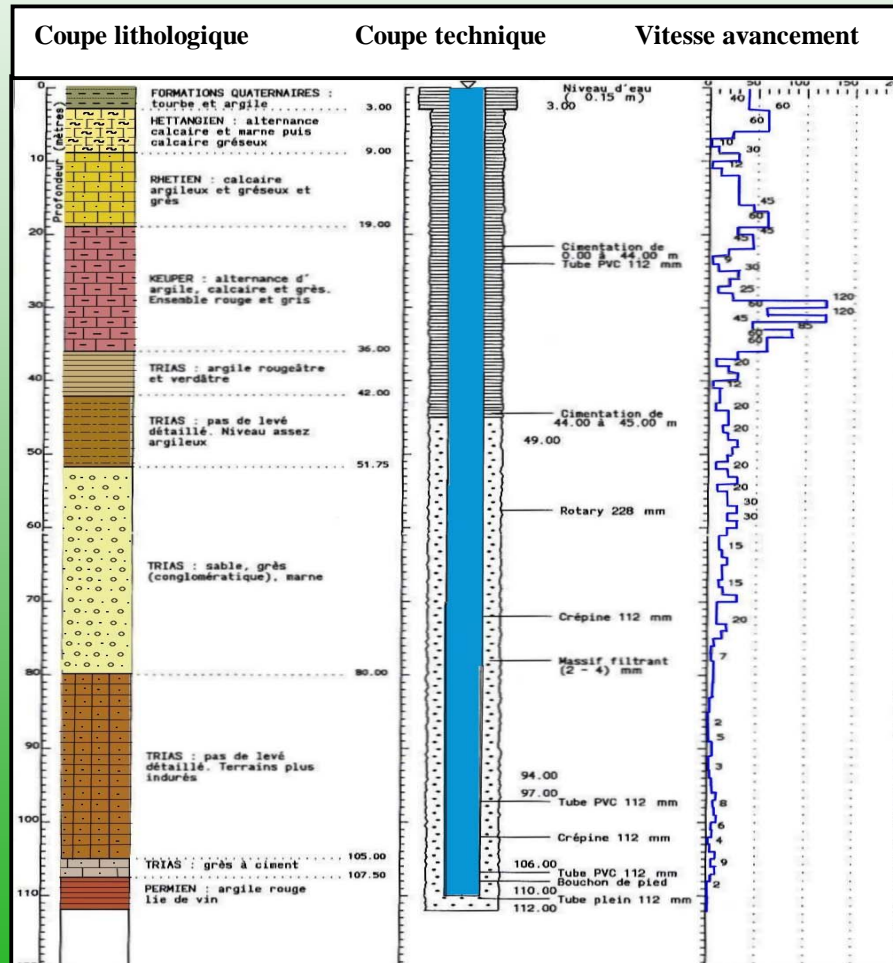
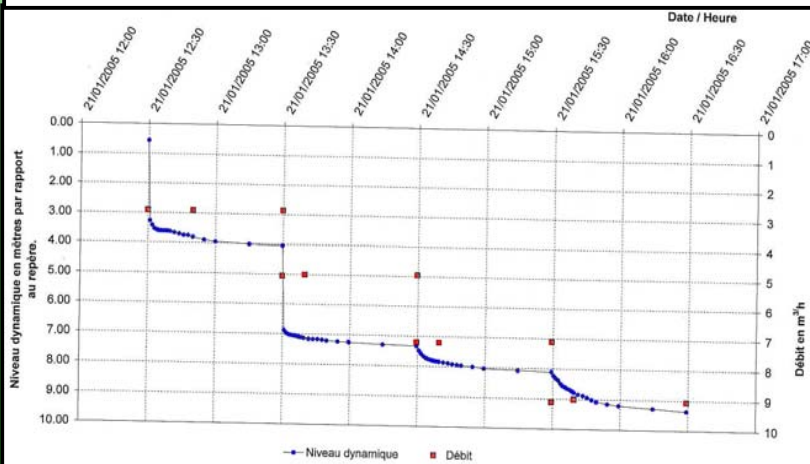
Analyse des sédiments et des carottes, interprétation géologique et hydrogéologique. Comparaison avec les données existantes (travaux en cours par l'Université de Caen).

Diagraphies avec mesures de gamma-ray, de résistivité et de micromoulinet en mode dynamique

Essai de pompage par paliers et pompage d'essai de nappe de courte durée. Prélèvements d'eau pour analyses physico-chimiques et isotopiques.

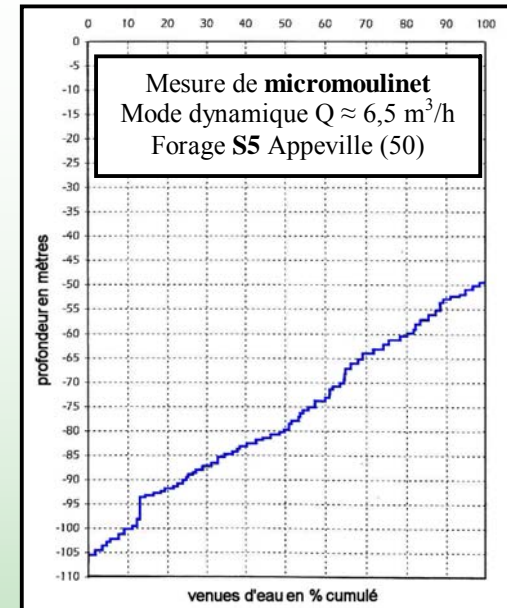
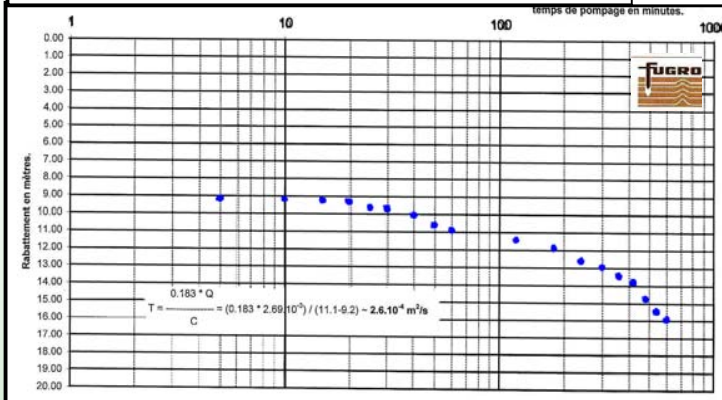
Cette partie a été réalisée entre octobre 2004 et mars 2005, sur le secteur d'Apperville, entre Auvers et le sud de la vallée du Merderet, pour une description détaillée de la lithologie et préciser la capacité de stockage et de transfert des eaux souterraines.

Pompage par paliers sondage / forage S5 Vindelonde – Apperville (50) – 21 janvier 2005 (repère à 0,45 m au-dessus du sol)



Sondage/forage S5 de Vindelonde, Appeville (50)
Pompage d'essai continu de 10 heures à débit constant de 10 m³/h
le 05/01/2005

FUGRO
Géotechnique
Région Ouest



Capacité de production	15 à 20 m³/h
Minéralisation :	Forte
Conductivité à 25 °C	2005 µS/cm
Chlorures	387 mg/l
Titre alcalimétrique complet	32,7°F
Titre hydrotimétrique	5,8 °F
pH	8,40
nitrates	Absence (<0,5 mg/l)
Fer total	<100 µg/l
manganèse	30 µg/l

CONCLUSION

Les épaisseurs totales du trias sont très variables (entre 20 et 85 m selon les secteurs). Par ailleurs, celui-ci est hétérogène aussi bien en nature que pour ses parties aquifères.

Le secteur Sud-Est (Appeville) est caractérisé par un trias épais avec des niveaux conducteurs importants dont les qualités hydrogéologiques semblent être moyennement à peu productives (confirmées par les résultats de S5).

Le modèle géophysique sera à vérifier et à réajuster en fonction de l'avancée des connaissances géologiques (forages, cartographie).

La piézométrie est globalement orientée du WSW vers l'ENE, avec toutefois quelques variations locales dues à des conditions géologiques peu liées.

Pour le forage carotté S5, on constate une bonne corrélation entre les horizons lithologiques à partir des diagraphies et celle des cuttings de foration et des carottes de sondages. D'après les mesures de micromoulinet, il n'y a pas de niveaux plus particulièrement productif lorsque le trias est très épais. Les débits exploitables avoisinent les 20 m³/h. L'eau est ancienne, très minéralisée et sans nitrate.

Les analyses des sédiments sur le forage carotté de Vindelonde et sur les nombreux sondages effectués dans le cadre du levé de la carte géologique doivent nous apporter encore de nouvelles données pour la compréhension du fonctionnement des aquifères triasiques.

COUT DE L'ETUDE

PHASE 1	Intervenants	Coûts
Etude de synthèse	DDAF - Service des EPR	-

PHASE 3	Intervenants	Coûts
Sondages à la tarière	BRGM - Université de Caen (carte géologique)	-
Forages de reconnaissance	Setrafor	54 300 € T.T.C.
Pompages d'essai	Setrafor	21 070 € T.T.C.
Diagraphies	Géo Hydro Investigation	1 857 € T.T.C.
Analyse des sédiments et synthèse géologique	Université de Caen	8 830 € T.T.C.
Divers		1000 € T.T.C.
Total		87 057 € T.T.C.

PHASE 2	Intervenants	Coûts
Prospection géophysique	LITHOLOGIC	16 956 € T.T.C.
Sondages carottés	SEERS FORALO	24 012 € T.T.C.
Diagraphies	Gaudriot	1 787 € T.T.C.
Analyse des sédiments - Synthèse géologique	Université de Caen	5 433 € T.T.C.
Analyses, divers		1000 € T.T.C.
Synthèse générale de la phase 2	DDAF - Service des EPR	-
Total		49188 € T.T.C.

PHASE 4	Intervenants	Coûts
Prospection géophysique avec nivellement de terrain et analyse hydrogéologique	LITHOLOGIC	36 700 € T.T.C.
Sondage carotté avec diagraphies, coupe et pompage d'essai	FUGRO Géotechnique (ex SEERS FORALO)	48 800 € T.T.C.
Prélèvements et analyses d'eau	GHI - LDA 50	1 100 € T.T.C.
Analyses isotopiques (S1 à S5)	CRG Thonon-Les-Bains	1 016 € T.T.C.
Analyse des sédiments et des carottes du S5	Université de Caen	5 000 € T.T.C. (estimation)
Divers		1 139 € T.T.C.
Synthèse	DDAF - Service des EPR	-
Total		92 616 € T.T.C.

TOTAL

230 000 € T.T.C.

LES DIFFERENTS ACTEURS

MAITRE D'OUVRAGE

DEPARTEMENT DE LA MANCHE

ORGANISMES FINANCEURS

CONSEIL GENERAL DE LA MANCHE (50 %)

AGENCE DE L'EAU SEINE NORMANDIE - DIRECTION DES BOCAGES NORMANDS (50 %)

CHARGE DE L'ETUDE (DEFINITION - COORDINATION - SUIVI)

DDAF50 - SERVICE DES EQUIPEMENTS PUBLICS RURAUX - CELLULE « HYDROGEOLOGIE - RESSOURCES EN EAU »

AUTRES INTERVENANTS

BUREAUX D'ETUDES :

- LITHOLOGIC (35) (géophysique, hydrogéologie)
- GAUDRIOT (37) (diagraphies)
- GEO HYDRO INVESTIGATION (44) (diagraphies, prélèvements d'eau)

ENTREPRISES :

- SETRAFOR (50) (forages, pompages d'essai)
- FUGRO GEOTECHNIQUE (44) (/SEERS FORALO - forages carottés)

UNIVERSITE DE CAEN (analyse des sédiments, des carottes, synthèse géologique)

LABORATOIRES D'ANALYSES :

- LABORATOIRE DEPARTEMENTAL D'ANALYSES 50 (analyses physico-chimiques)
- CENTRE DE RECHERCHES GEODYNAMIQUES Thonon-Les-Bains (74) (analyses Tritium)

PARTENAIRES ASSOCIES

BRGM (levé de la carte géologique)

DIREN Basse-Normandie

DDASS 50

L'intérêt des programmes départementaux de recherche hydrogéologique repose sur deux données essentielles :

- ☞ L'apport de nouvelles connaissances sur les ressources en eau souterraine du département, notamment celles relatives aux bassins sédimentaires de l'isthme du Cotentin, ainsi que sur les méthodes de prospection liées à leur découverte et à leur mise en valeur

- ☞ Le renforcement de l'alimentation en eau potable, du point de vue quantitatif et qualitatif, lié au développement et à l'amélioration des structures d'alimentation en eau (syndicats d'eau, syndicats mixtes de production, interconnexions...).

Le nouveau programme, réalisé de 2000 à 2004, s'est intéressé aux formations aquifères du Trias localisées dans l'Est du Cotentin et dont la capacité de production totale issue des ouvrages les captant est importante (au moins 20 000 m³/j). Celles-ci recèlent des ressources encore inexploitées.

Les études réalisées au cours de ces quatre années ont permis :

- ☞ Pour les secteurs de « Valognes, Montebourg » et de Sainte-Mère-Eglise, d'envisager l'exploitation du Trias comme solution aux problèmes qualitatifs ou quantitatifs locaux (40 à 50 m³/h) ;

- ☞ Pour la région située au Nord du Bassin de Carentan entre Saint Jores et Les Veys, de définir la zone préférentielle d'exploitation du Trias (entre 20 et 200 m³/h selon les secteurs) mais dont la qualité des eaux est souvent médiocre (nitrates et pesticides).

Par ailleurs, des régions peu ou pas connues sur le plan hydrogéologique avant la mise en œuvre de ce programme, comme celle comprise entre Fresville au Nord et Appeville au sud, se révèle être des zones hydrogéologiquement intéressantes et capables de fournir des débits non négligeables (20 à 50 m³/h) avec une eau de bonne qualité et dans un environnement préservé (mise à part quelques particularités pour certains secteurs).

La complexité de ces formations laisse penser qu'il reste encore des secteurs potentiellement productifs. Ils n'ont pu être prospectés lors de cette campagne mais pouvant faire l'objet, en fonction des demandes, de recherches complémentaires (secteur de Valognes-Montebourg, au Sud-ouest d'Appeville et au Sud-est de Picauville,...). De même, la zone de la vallée du Merderet (entre Fresville et Chef-du-Pont) présente aussi l'avantage d'être préservée au niveau de l'environnement et d'offrir, au-dessus du Trias, des aquifères particulièrement productifs encore peu exploités (faluns miocène et éocène, calcaire crétacé) et dont la connaissance mérite d'être améliorée (piézométrie, modélisation,...).

Les programmes de recherche hydrogéologique engagés depuis 1985 ont apporté de nombreuses connaissances sur les ressources en eau souterraine du département de la Manche et ont permis d'améliorer sensiblement les structures d'alimentation (nouveaux forages et syndicats de production, interconnexions).

Ce nouveau programme, réalisé de 2000 à 2004 s'est intéressé aux formations aquifères du Trias localisées dans l'Est du Cotentin, qui recèlent de ressources encore peu exploitées.

Il a été réalisé en quatre phases qui ont abouti aux conclusions suivantes :

☞ PHASE 1 : état des lieux montrant l'extension des formations triasiques, leur forte hétérogénéité (400 à 4000 m³/j selon les secteurs), une certaine vulnérabilité et une exploitation répartie de manière très inégale dans l'espace.

☞ PHASE 2 : les données sur les formations triasiques ont été affinées, essentiellement dans le nord du bassin de Carentan (Baupte-St Jores), mettant en évidence des aquifères complexes avec des débits généralement corrects (20 à 40 m³/h) mais une eau de qualité souvent médiocre.

☞ PHASE 3 : la découverte, dans la région de Chef-du-Pont et Picauville, de débits de plus de 100 m³/h, exploitables à environ 40 m³/h et une eau de bonne qualité.

☞ PHASE 4 : la géophysique et les analyses de carottes ont apporté de nouveaux éléments sur le Trias de la région de Sainte-Mère-Eglise-Picauville-Apperville. L'eau apparaît en général ancienne, parfois très minéralisée et sans nitrates.

Ainsi, l'exploitation du Trias pourrait être une solution pour régler des problèmes qualitatifs ou quantitatifs dans les secteurs de « Valognes, Montebourg » et de Sainte-Mère-Eglise car on obtient une productivité de 40 à 50 m³/h par endroits. La région située au nord du bassin de Carentan, entre Saint Jores et Les Veys, où les débits peuvent parfois atteindre 200 m³/h est la plus productive (et la plus exploitée), bien qu'on y observe une concentration non négligeable en nitrates et la présence de pesticides.

Finalement, du fait de la complexité des formations triasiques, ces recherches ont fait ressortir d'autres secteurs (notamment à l'ouest de Sainte-Mère-Eglise) qui mériteraient d'être plus étudiés, comme les aquifères situés au-dessus du Trias (faluns miocène et éocène, calcaire crétacé,...).