

HYDROGEOLOGIE

Septembre 1993

M. YVROUX

10396X0232/PIEZF1

10396X0233/PIEZF2

10396X0234/PIEZF3

10396X0235/F4

CUXAC D'AUDE

REALISATION DE FORAGES DE RECONNAISSANCE

RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX

CUXAC-D'AUDE

1 - Présentation *

1 - 1 Position du problème

Devant l'accroissement des problèmes, tant qualitatifs que quantitatifs, dans le secteur de la Basse Vallée de l'Aude, les communes de CUXAC-D'AUDE, d'OUVEILLAN et de SALLELES-D'AUDE se sont regroupées au sein d'un syndicat de recherche d'eau.

Suite à une reconnaissance géophysique du secteur, un forage de 201 m de profondeur a été réalisé sur la commune d'OUVEILLAN, et a rencontré les calcaires du Maastrichtien, aquifères à partir de 90 m.

Malheureusement, chimiquement l'eau est de mauvaise qualité, avec en particulier un faciès sulfaté excessif.

Devant la forte probabilité de retrouver en profondeur des formations évaporitiques dans cette zone, on propose de rechercher des sites alluviaux meilleurs du point de vue hydrogéologique, que ceux exploités actuellement.

1 - 2 Objectif de la reconnaissance

Cette recherche pourrait être conduite selon le schéma suivant:

- Inventaire des points d'eau et captages existants et recensement des études déjà réalisées.
- Prospection géophysique sur des sites choisis en fonction des résultats de l'inventaire.
- Cette recherche peut conduire à l'implantation de forages de reconnaissance et, en cas de résultats favorables, à des tests de la ressource aquifère par essais de pompage.

2 - Hydrogéologie sommaire du secteur CUXAC-SALLELES

Les alluvions de l'Aude, anciennes et récentes, reposent dans le secteur considéré sur un substratum constitué par des marnes bleues plaisanciennes ou helvétiques.

* Avril 1992

En général, l'épaisseur de formations aquifères est réduite, mais une campagne de prospection géophysique, réalisée en 1964, a mis en évidence l'existence d'un important sillon alluvial profond de 18,5 mètres, passant au Sud de CUXAC-D'AUDE.

C'est sur ce site de Moussoulens que la ville de NARBONNE exploite ses puits dans des conditions très favorables autant sur le plan qualitatif que quantitatif.

Nous avons donc envisagé de préciser les limites de ce sillon à l'amont et à l'aval.

3 - Résultats de l'étude géophysique

Une étude géophysique (résistivité) a été confiée au B.R.P.G. (Bureau de Recherche et de Prospection Géophysique) de SETE.

Les mesures ont été réalisées en Juillet 1992.

SALLELES-D'AUDE

L'étude a mis en évidence, en rive gauche de l'Aude et à l'aval de sa confluence avec la Cesse, un surcreusement des alluvions compris entre 15 et probablement 20 mètres d'épaisseur, pouvant correspondre également à un ancien méandre de l'Aude.

CUXAC-D'AUDE

L'étude réalisée en rive droite de l'Aude confirme l'existence d'un ancien chenal où l'épaisseur des alluvions est supérieur à 15 m.

Ce sillon passe 300 mètres au Sud du cours actuel.

4 - Résultats des forages de reconnaissance

Les divers forages ont été réalisés par l'entreprise BONIFACE Frères de LUNEL (34), titulaire du marché forage départemental.

On examine ici seulement les travaux réalisés sur CUXAC-D'AUDE.

CUXAC-D'AUDE

Rappel

Cette commune est actuellement alimentée par 3 points d'eau :

- le puits des écarts et le puits du château d'eau sont très vulnérables aux pollutions.

- le forage du boulodrome réalisé en 1983 en rive droite de l'Aude est exploité à un débit voisin de 20 m³/H.

*** Piézomètre F1**

Coordonnées Lambert

X = 653,25

Y = 3104,30

Z ≈ 10 m.

Date d'exécution : les 17 et 18 Septembre 1992

Technique

Forage à la tarière et au marteau fond de trou.

Diamètre du trou : 203 mm.

Tubage : acier 160/168 mm.

Coupe géologique

0,0 à 0,8 m Limon fin beige.

0,8 à 8,8 m Limon sableux

8,8 à 16,6 m Sable gris et graviers moyens.

16,6 à 17,7 m Galets moyens ferrugineux.

17,7 à 19,0 m Argile beige (Oligo-Miocène)

Hydrogéologie

Débit à l'air lift = 40 à 50 m³/H

*** Piézomètre F2**

Coordonnées Lambert

X = 653,40

Y = 3104,35

Z ≈ 10 m

Date d'exécution : 21 et 22 Septembre 1992

Technique :

Forage à la tarière et au marteau fond de trou.

Diamètre du trou : 203 mm.

Tubage : acier 160/168 mm.

Coupe géologique

0,0 à 9,1 m Limon sableux beige
9,1 à 11,0 m Sable et graviers fins
11,0 à 14,3 m Graviers moyens
14,3 à 17,2 m Galets moyens ferrugineux
17,2 à 18,0 m Argile beige (Oligo-Miocène)

Hydrogéologie

Débit de l'air lift : 30 à 40 m³/H

*** Piézomètre F3**

Coordonnées Lambert

X = 653,50

Y = 3104,30

Z ≈ 10 m

Date d'exécution : 22 et 23 Septembre 1992

Technique :

Forage à la tarière et au marteau fond de trou.

Diamètre du trou : 203 mm.

Tubage : acier 160/168 mm.

Coupe géologique

0,0 à 4,5 m Limon sableux beige
4,5 à 9,6 m Sable limoneux et graviers
9,6 à 12,3 m Graviers moyens
12,3 à 17,5 m Galets moyens
17,5 à 18,5 m Argile jaune (Oligo-Miocène)

Hydrogéologie

Débit à l'air lift = 30 à 40 m³/H

Analyses : Un prélèvement a été réalisé le 12/11/1992 (Laboratoire Centre Hospitalier de Carcassonne, sur les 3 forages).

L'eau est bactériologiquement potable. Elle présente une minéralisation importante et une dureté totale élevée. Dans tous les cas, les teneurs en nitrate sont très faibles ou inexistantes. A la suite de ces résultats encourageants, et devant les besoins exprimés par la commune il a été décidé de réaliser un forage d'essai.

*** Forage d'essai F4**

Coordonnées Lambert

X = 653,35

Y = 3104,35

Z \approx 10 m

Date d'exécution : du 9 au 13 Août 1993

Technique :

Forage "rotary" à la boue.

Diamètre du trou : 311 mm

Tubage : acier 263/273

- cimentation de l'espace annulaire de 0 à 5 m
- Tube plein de 0 à 11 m
- Tube crépine (trous oblongs) de 11 à 17 m
- Tube plein de 17 à 20 m.
- Fermeture du fond avec disque acier noir soudé.

Géologie

La géologie correspond bien aux trois forages réalisés précédemment, malgré un mauvais échantillonnage du à l'emploi de cette technique on a la coupe suivante :

0 - 8 m	Limon sableux
8 - 13 m	Sable et graviers
13 - 17 m	Galets
17 - 20 m	Argile

Hydrogéologie

Débit à l'air lift = 80 à 100 m³/H

5 - Pompages d'essai

5 - 1 Généralités

Rappelons que CUXAC est une commune importante (plus de 4000 habitants), l'été la consommation peut être estimée à 2000 m³/Jour soit 100 m³/H sur 20 heures de pompage.

Les pompages d'essai ont été réalisés sur le forage F4 du 6 au 8 septembre 1993 par l'entreprise BONIFACE.

Les essais ont comporté une première phase par palier de courte durée, destinée à établir l'équation de l'ouvrage.

Dans une seconde phase, un pompage continu de 45 heures 33 mn a été réalisé pour connaître le comportement de la nappe.

Les essais ont été réalisés au moyen d'une pompe immergée Ø 8" descendue à 15 m de profondeur.

Le refoulement était effectué à l'aide de tuyaux type irrigation Ø 220 mm.

Les mesures de débit ont été effectuées à l'aide d'un compteur placé sur la conduite de refoulement.

Le rejet était effectué dans l'Aude 500 m au Nord du site.

5 - 2 Essai de puits par palier de débit

Pour des raisons pratiques l'essai de puits a été réalisé par paliers enchaînés.

La valeur du palier 150 m³/H correspond à celle de l'essai longue durée, la valeur 120 est calculée (0,85 au lieu de 0,88 pour 2 heures de pompage). En définitive pour une durée de 60 minutes, on peut considérer que l'on a les rabattements spécifiques suivants :

Débit Q (m ³ /H)	90	120	150
s rabattement après 60 mn de pompage (en mètre)	0,55	0,85	1,12
s/Q rabattement spécifique	6,11 10 ⁻³	7,08 10 ⁻³	7,46 10 ⁻³

La droite débits/rabattements spécifiques, permet de déterminer les coefficients B et C de l'équation.

$$S (m) = BQ + CQ^2$$

BQ perte de charge linéaire résulte principalement de l'influence de l'aquifère.

CQ² perte de charge quadratique se caractérise de l'équipement de l'ouvrage;

$$B = 2,4 \cdot 10^{-3}$$

$$C = \operatorname{tg} \alpha = \quad = 3,8 \cdot 10^{-5}$$

La courbe expérimentale est donnée en annexe. L'équation de l'ouvrage s'écrit

$$S (m) = 2,4 \cdot 10^{-5} Q (m^3/H) + 3,8 \cdot 10^{-5} Q^2 (m^3/H)$$

L'estimation des pertes de charge pour divers débits est donnée dans le tableau ci-après :

Débit Q en m ³ /h	Terme linéaire 2,4 10 ⁻³ Q	Terme quadratique 3,8 10 ⁻⁵ Q ²	Rabattement total s (en mètre)
50	0,12	0,09	0,13
100	0,24	0,38	0,62
150	0,36	0,85	1,21
200	0,48	1,52	2

Par exemple, pour un débit de 100 m³/h la perte de charge linéaire est de l'ordre de 0,24 m de hauteur d'eau et la perte de charge quadratique est de l'ordre de 0,38 m.

Au-delà de $150 \text{ m}^3/\text{h}$ on observe une augmentation des rabattements.

5 - 3 Pompage d'essai longue durée

Déroulement du pompage

L'essai a démarré le 6 septembre 1993 à 13 h 27 et a été arrêté le 8 septembre à 11 h.

Il a été réalisé au débit de 150 m³/h.

Un prélèvement d'eau pour analyse a été effectué le 8/09/93 à 10 h.

Interprétation des données du pompage d'essai (d'après l'expression de C.E. JACOB)

Les rabattements ont été suivis dans les piézomètres F1 et F2, respectivement à 43,20 m et 48,50 m de F4.

Les deux droites représentatives obtenues sont parallèles pour F1 et F2 avec une pente de 0,04 m pour F1 et de 0,045 m pour F2. Pour la remontée la pente identique pour F1 et F2 est de 0,015 m.

Les temps à l'origine to sont 10 mn (soit 600 secondes) pour F1 et 6 mn (soit 360 secondes) pour F2.

Les valeurs de la transmissivité T et du coefficient d'emmagasinement, S sont :

Piézomètre F1 avec

Piézomètre F2

pour la remontée

La concordance des résultats obtenus est bonne.

Pour la descente la transmissivité moyenne de l'aquifère est :

$$T = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$$

Cette valeur est excellente, elle est à rapprocher des valeurs trouvées dans les puits alimentant NARBONNE.

On retient cette valeur pour le calcul du coefficient d'emmagasinement, S :

F1 à 43,20 m,

avec S =

F2 à 48,50 m,

Le coefficient d'emmagasinement moyen est de $4,10^{-2}$ et la porosité efficace, 4 %.

Les valeurs sont caractéristiques d'une nappe libre et d'un réservoir sableux.

Rayon d'action fictif.

Il est donné par la relation et est indépendant du débit d'exhaure.

avec $T = 1,8 \cdot 10^{-1} \text{ m}^2/\text{s}$ et $S = 4,10^{-2}$ on a

pour $t = 5$ heures - $R \approx 425$ m

$t = 10$ heures - $R \approx 600$ m

$t = 20$ heures - $R \approx 850$ m

$t = 10$ jours - $R \approx 3$ km

5 - 4 Analyse

Un prélèvement pour analyse a été réalisé le 8/09/1993 à 10 h (Institut BOUISSON BERTRAND - MONTPELLIER) :

Température : 15,8° C

Conductivité : 906 μs

La bactériologie est bonne.

En chimie on observe une dureté importante liée à la nature argileuse du substratum.

Les teneurs en nitrates sont faibles (1,2 mg/l).

Par contre, les teneurs en fer (1,7 mg/l) sont supérieures aux normes réglementaires.

5 - 5 Débits d'exploitation

L'essai de pompage longue durée a montré les capacités hydrodynamiques très favorables de cet aquifère qui correspond au surcreusement exploité par la ville de Narbonne 1500 m environ au Nord Ouest.

Dans un premier temps un débit de pompage de 100 m^3 peut être préconisé sans problème.

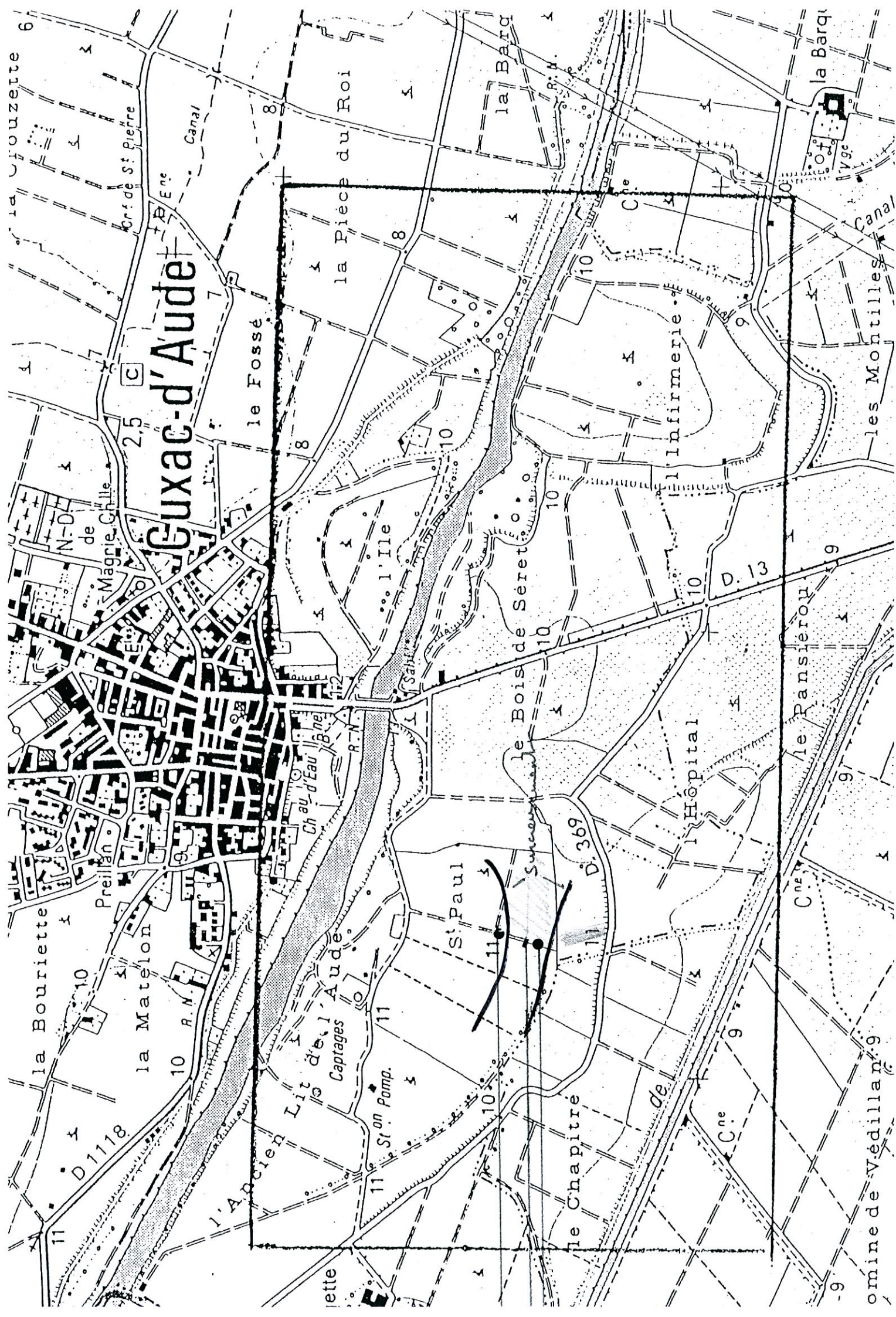
Un traitement du fer, par aération, est nécessaire.

COMMUNE DE CUXAC-D'AUDE

PLAN DE SITUATION DES FORAGES

Echelle 1/25.000^{ème}





Anciens



Institut Bouisson Bertrand

Prescripteur : DDASS DE L'AUDE
References : P: E:16341
Preleveur : M.GELY

Date de prelevement 08/09/93
LABORATOIRE REGIONAL AGREE PAR LE MINISTRE
DE LA SANTE ET DE L'ENVIRONNEMENT
Analyse n° 93731823

Motif de l'analyse : ADDUCTION
Nature de prelevement : EAUX D'ALIMENTATION
Eau : NON TRAITEE

! CONSEIL GENERAL DE L'AUDE
!
! STD (ZI DE LA BOURIETTE)
! 128 BLD DENIS PAPIN
! 11000 CARCASSONNE

Lieu de prelevement : 011 116 CUXAC D'AUDE

Adresse du prelevement: FORAGE COMMUNAL SAINT PAUL

MESURES SUR PLACE ET OBSERVATIONS EFFECTUEES PAR : INSTITUT BOUISSON-BERTRAND

CHLORE LIBRE :	TEMPERATURE EAU :	15,8	DEGRES C
CHLORE TOTAL :	ASPECT QUALITATIF :		
BIOXYDE :	- ODEUR - SAVEUR :		
CHLORITES :	- COULEUR :		

OBSERVATIONS :

ANALYSE COMPLETE DE PREMIERE ADDUCTION

EXAMEN MICROBIOLOGIQUE

DENOMBREMENT DES BACTERIES TEMOINS DE CONTAMINATION FECALE

COLIFORMES	0	PAR 100 ml
COLIFORMES THERMOTOLERANTS	0	PAR 100 ml
STREPTOCOQUES FECAUX	0	PAR 100 ml
SPORES DE BACTERIES ANAEROBIES SULFITO REDUCTRICES	0	/ 20 ml

DENOMBREMENT TOTAL DES GERMES

DENOMBREMENT DE GERMES APRES 24 HEURES A 37 DEGRES	0	par ml
DENOMBREMENT DE GERMES APRES 72 HEURES A 22 DEGRES	0	par ml

RECHERCHES PARTICULIERES

RECHERCHE DE SALMONELLA	ABSENCE / 5 LITRES
-------------------------	--------------------

RECHERCHES PARTICULIERES

STAPHYLOCOQUES PATHOGENES	0	PAR 100 ml
---------------------------	---	------------



Institut Bouisson Bertrand

LABORATOIRE RÉGIONAL AGRÉÉ PAR LES MINISTÈRES

Date de prélevement : 08/09/93

Date de réception : 08/09/93

Analyse no : 93/31823

Prescripteur : DDASS DE L'AUDE

References : P: E:16341

Preleveur : M.GELY

Motif de l'analyse : ADDUCTION

Nature de prelevement : EAUX D'ALIMENTATION

Eau : NON TRAITEE

*-----
!CONSEIL GENERAL DE L'AUDE

!

!STD (ZI DE LA BOURIETTE)

!128 BLD DENIS PAPIN

!11000 CARCASSONNE

*-----

Lieu de prelevement : 011 116 CUXAC D'AUDE

Adresse du prelevement : FORAGE COMMUNAL SAINT PAUL

MESURES SUR PLACE ET OBSERVATIONS

EFFECTUEES PAR : INSTITUT BOUISSON-BERTRAND

CHLORE LIBRE :	TEMPERATURE EAU :	15,8	DEGRES C
CHLORE TOTAL :	ASPECT QUALITATIF :		
BIOXYDE :	- ODEUR - SAVEUR :		
CHLORITES :			
	- COULEUR :		

OBSERVATIONS :

ANALYSE COMPLETE DE PREMIERE ADDUCTION

EXAMEN PHYSICO-CHIMIQUE

PARAMETRES ORGANOLEPTIQUES

LIMITES DE QUALITE

TURBIDITE	< 0,1	N.T.U.	2
ODEUR	NEANT		
COULEUR	< 0,5	mg/l Pt/Co	15
SAVEUR	NEANT		

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

LIMITES DE QUALITE

pH A 20 DEGRES C.	7,4	U. pH	9
CONDUCTIVITE A 20 DEGRES C.	906	micro S/cm	
CHLORURES EN Cl	58,7	mg/l	200
SULFATES EN SO4	154	mg/l	250
DURETE TOTALE	45,4	DEGRES F	
CALCIUM	138,632	mg/l	
MAGNESIUM	26,2	mg/l	50
SODIUM	37,2	mg/l	150
POTASSIUM	1,8	mg/l	12
ALUMINIUM	0,009	mg/l	0,2
RESIDU SEC A 180 DEGRES C.	652	mg/l	1500
TITRE ALCALIMETRIQUE COMPLET	30	DEGRES F	



Institut Bouisson Bertrand

LABORATOIRE RÉGIONAL AGRÉÉ PAR LES MINISTÈRES
DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT

ANALYSE NO 318237

CONSEIL GENERAL DE L

2^{ème} FEUILLET

NATURE DE PRELEVEMENT : EAUX D'ALIMENTATION

NATURE D'EAU : NON TRAIT

POINT DE PRELEVEMENT : FORAGE COMMUNAL SAINT PAUL CUXAC D'AUDE

SUBSTANCES INDESIRABLES

LIMITES DE QUALITE

AGENTS DE SURFACE ANIONIQUES	<	50	microg/l	200
HYDROCARBURES DISSOUS OU EMULSIONNES	<	10	microg/l	10
INDICE PHENOLS	<	0,5	microg/l	0,5
NITRATES EN NO3		1,2	mg/l	50
NITRITES EN NO2	<	0,01	mg/l	0,1
AMMONIUM EN NH4	<	0,05	mg/l	0,5
OXYDABILITE AU KMnO4 EN MILIEU ACIDE		0,7	mg/l O2	5
HYDROGENE SULFURE		NEANT		
FER		1,76	mg/l	0,2 *
CUIVRE		0,02	mg/l	1
ZINC		0,02	mg/l	5
MANGANESE		9	microg/l	50
PHOSPHATES EN P2O5	<	0,05	mg/l P2O5	5
FLUORURES		0,18	mg/l	1,5
AZOTE KJELDAHL EN N	<	0,5	mg/l	1

SUBSTANCES TOXIQUES

LIMITES DE QUALITE

ARGENT	<	5	microg/l	10
CADMIUM	<	1	microg/l	5
PLOMB	<	5	microg/l	50
ARSENIC	<	5	microg/l	50
CYANURES TOTAUX	<	10	microg/l	50
CHROME TOTAL	<	5	microg/l	50
MERCURE	<	0,5	microg/l	1
NICKEL	<	20	microg/l	50
ANTIMOINE	<	5	microg/l	10
SELENIUM	<	5	microg/l	10

HYDROCARBURES POLYCYCLIQUES AROMATIQUES

LIMITES DE QUALITE

FLUORANTHENE	<	0,002	microg/l	0,2
BENZO(11-12)FLUORANTHENE	<	0,002	microg/l	0,2
BENZO(11-12)PERYLENE	<	0,005	microg/l	0,2
E INDENO (1-2-3-CD)PYRENE	<	0,01	microg/l	0,2
BENZO(3-4)FLUORANTHENE	<	0,001	microg/l	0,2
BENZO(3-4)PYRENE	<	0,004	microg/l	0,01
H.P.A. TOTAUX	<	0,2	microg/l	0,2



Institut Bouisson Bertrand

LABORATOIRE RÉGIONAL AGRÉÉ PAR LES MINISTÈRES
DE LA SANTÉ ET DE L'ENVIRONNEMENT

ANALYSE NO 318237

CONSEIL GENERAL DE L

3^{ème} FEUILLET

NATURE DE PRELEVEMENT : EAUX D'ALIMENTATION

NATURE D'EAU : NON TRAIT

POINT DE PRELEVEMENT : FORAGE COMMUNAL SAINT PAUL CUXAC D'AUDE

PESTICIDES ORGANOCHLORES ET APPARENTES.

LIMITES DE QUALITE

HEXACHLOROBENZENE	<	0,001	microg/l	0,01
ALDRINE	<	0,004	microg/l	0,03
DIELDRINE	<	0,004	microg/l	0,04
HEPTACHLORE	<	0,002	microg/l	0,1
HEPTACHLORE EPOXIDE	<	0,002	microg/l	0,1
2,4 DDT	<	0,005	microg/l	0,1
4,4 DDT	<	0,005	microg/l	0,1
DDE	<	0,005	microg/l	0,1
DDD	<	0,005	microg/l	0,1
ALPHA HCH	<	0,001	microg/l	0,1
BETA HCH	<	0,001	microg/l	0,1
LINDANE	<	0,001	microg/l	0,1
ENDOSULFAN	<	0,005	microg/l	0,1
POLYCHLOROBIPHENYLS	<	0,05	microg/l	0,1
PHTALATES TOTAUX	<	0,2	microg/l	

PESTICIDES ORGANOPHOSPHORES

LIMITES DE QUALITE

MALATHION	<	0,05	microg/l	0,1
PARATHION ETHYL	<	0,05	microg/l	0,1

TRIAZINES

LIMITES DE QUALITE

SIMAZINE	<	0,05	microg/l	0,1
ATRAZINE	<	0,05	microg/l	0,1
PROPazine	<	0,05	microg/l	0,1
PROMETON	<	0,05	microg/l	0,1

PESTICIDES ET HERBICIDES TOTAUX

LIMITES DE QUALITE

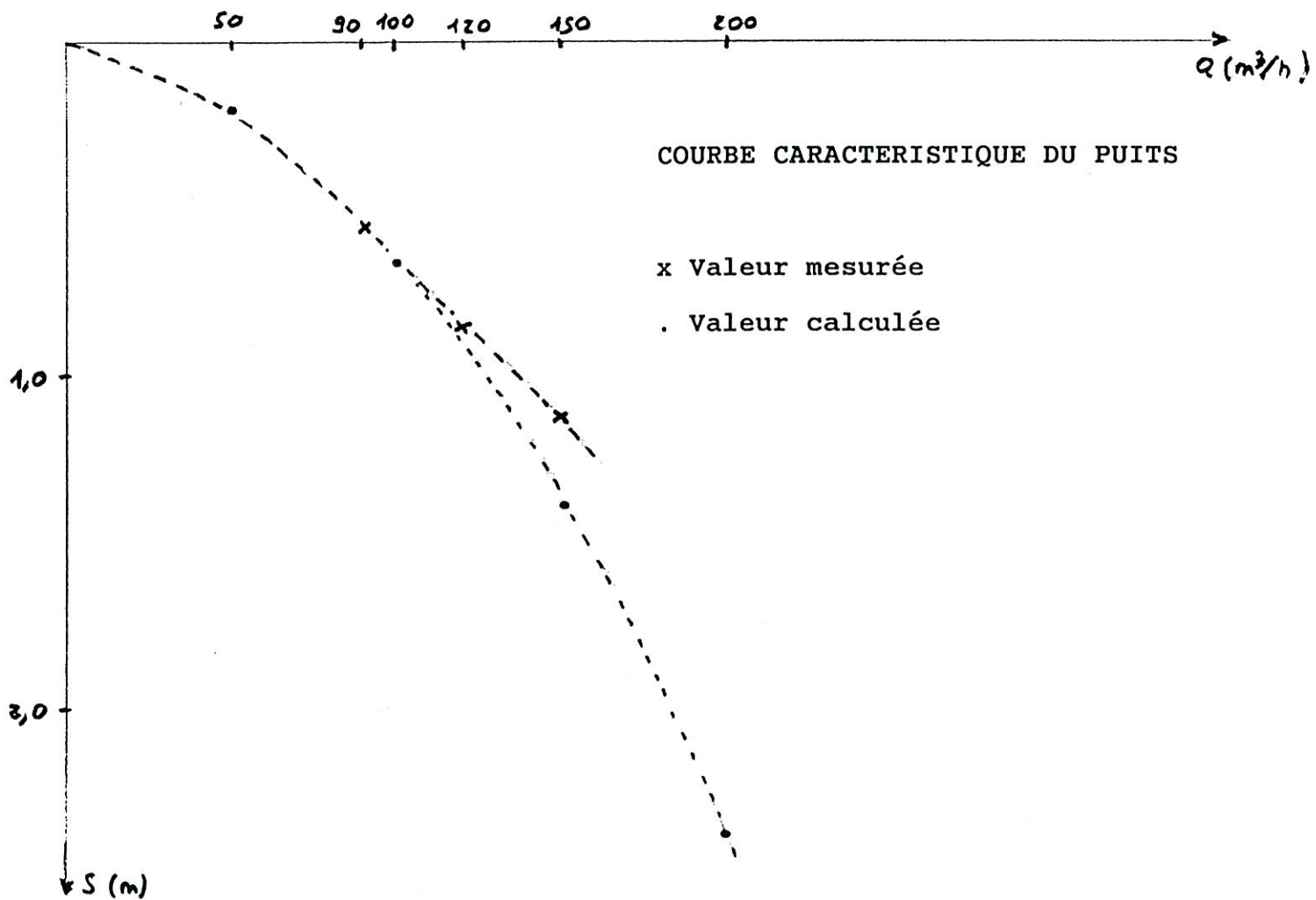
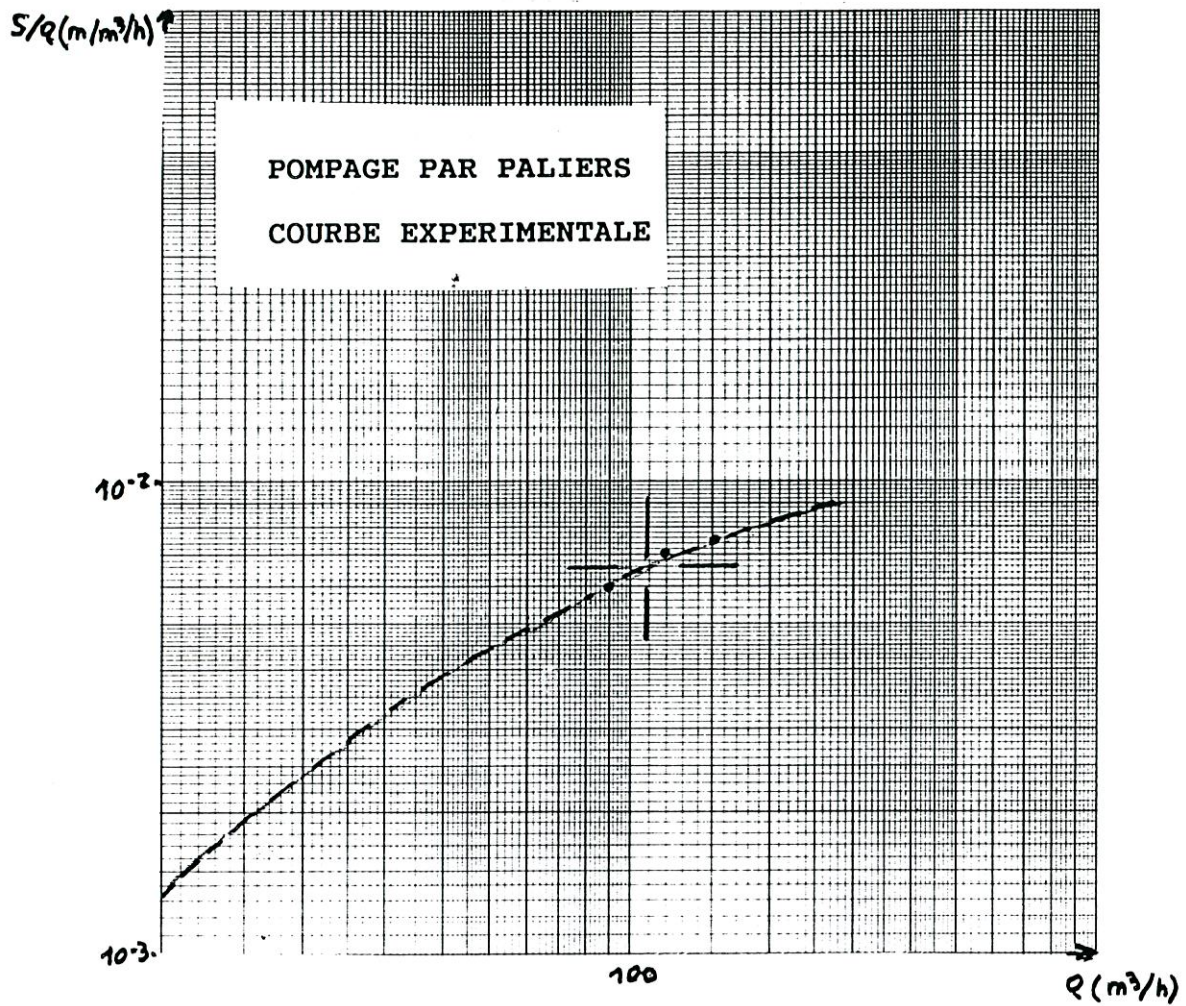
PESTICIDES TOTAUX	<	0,5	microg/l	0,5
-------------------	---	-----	----------	-----

CONCLUSIONS

UN ELEMENT DOSE EST SUPERIEUR AUX NORMES REGLEMENTAIRES POUR LES
EAUX DESTINEES A LA CONSOMMATION HUMAINE.

MONTPELLIER LE 23 /09 /93

Le Chef de Service
P.O. Le Chef de Laboratoire ou son adjoint



CUXAC-D'AUDE

EVOLUTION DU NIVEAU PIEZOMETRIQUE AU COURS DE L'ESSAI

REMONTÉE

F4
F1
F2

temps (mn)

PUITS F4

PIEZOMETRE F1

PIEZOMETRE F2

Rabatement (m)

9,38
9,40
9,45
9,50
9,55
9,57
9,36
8,40
8,45
8,47
8,35
8,40
8,43
8,37
8,42
8,44
8,45
8,39
8,43

$t_0 = 10 \text{ mn}$

$t_0 = 6 \text{ mn}$

$c = 0,04$

$c = 0,045$

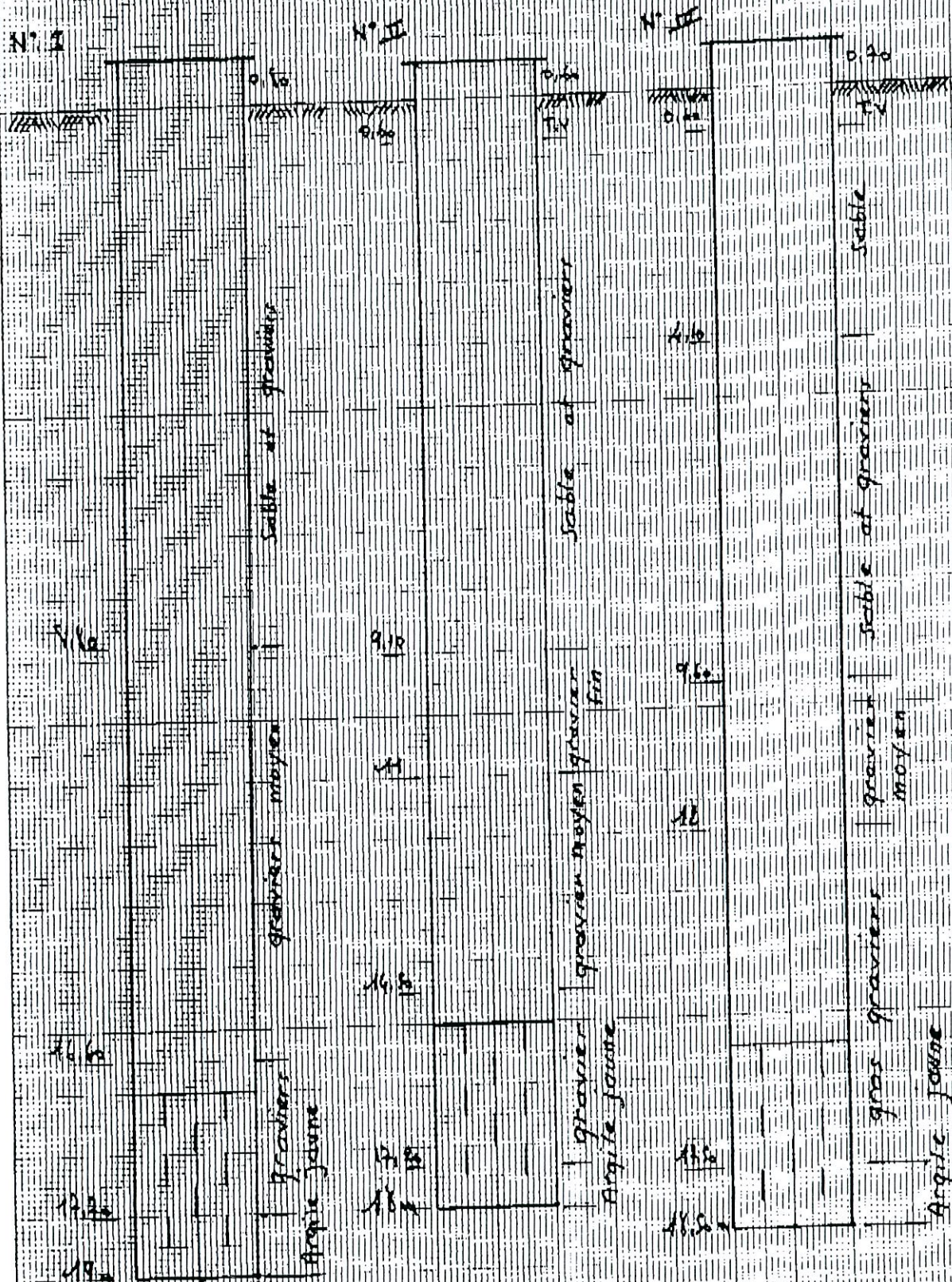
$c = 0,015$

$c = 0,015$

FORAGES - CUXAC D'AUDE

(reconnaissance)

Tubage acier $\phi 160 \times 168$.



débit en l/ft
40 à 50 m³/H

35 à 40 m³/H

35 à 40 m³/H

Unal de 8-10-1992