BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

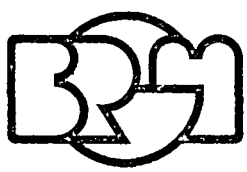
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01

INFLUENCE DES EFFLUENTS DE LA CENTRALE DE GARDANNE TRANCHE N° 5 SUR L'ENVIRONNEMENT AQUIFERE (COURS D'EAU ET NAPPE)

Rapport du BRGM
81 SGN 186 PAC

B. DELLERY
et JL. GARNIER



B.R.G.M.
23.SEP.1981
BIBLIOTHÈQUE

Service géologique régional PROVENCE - ALPES - COTE D'AZUR
Domaine de Luminy - route Léon-Lachamp, 13009 Marseille
Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46

Mars 1981

INFLUENCE DES EFFLUENTS DE LA CENTRALE DE GARDANNE TRANCHE N° 5 SUR L'ENVIRONNEMENT AQUIFERE (COURS D'EAU ET NAPPE)

par

B. DELLERY et JL. GARNIER

81 SGN 186 PAC

Marseille, Mars 1981

R E S U M E

Le BETEREM a demandé au Bureau de recherches géologiques et minières Service géologique régional Provence Alpes Cote d'Azur (BRGM/SGR/PAC) d'étudier dans le cadre de la mise en service de la tranche n° 5 (500 MW) de la centrale thermique de Gardanne, l'impact du rejet des effluents dans les cours d'eau et sur la nappe aquifère.

L'étude d'impact a été réalisée à l'aide des documents fournis par les Houillères et à partir de 7 jaugeages différentiels effectués le long de l'exutoire et de ses affluents ainsi que d'analyses chimiques réalisées sur des prélèvements sur la nappe.

Les résultats de ces mesures ont montré que:à l'aval immédiat des rejets la nappe est drainée par le réseau hydrographique et que, compte tenu des prélèvements très modestes effectués sur ce secteur, la protection des eaux souterraines n'est pas mise en cause. A l'aval toutefois, la nappe est partiellement alimentée par le cours d'eau.

L'alimentation latérale de la nappe par les versants contribuant à contenir l'invasion par les eaux du cours d'eau, il suffira d'éviter les effets de réalimentation en modérant les pompages le long des berges.

Ce rapport contient 29 pages et 6 figures.

Il a été réalisé avec la collaboration de :

P. CHABALIER	Technicien du BRGM
G. ROSSI et Ch. PAUC	Secrétariat
J. ABDILLA	Dessin

TABLE DES MATIERES

RESUME page 3

1. PROBLEME POSE 7

2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE 9

3. ETAT ACTUEL - OBSERVATIONS EFFECTUEES 13

3.1. - CONTROLE DE LA NAPPE 13
3.1.1. - Piézométrie 13
3.1.2. - Utilisation de la nappe 14
3.1.3. - Qualité des eaux souterraines 15

3.2. - LES COURS D'EAU 15
3.2.1. - Contrôle de débit 15
3.2.2. - Qualité des eaux superficielles 21

4. IMPACTS DU REJET DES EAUX DE LA CENTRALE 23

4.1. - IMPACT SUR LES COURS D'EAU 23

4.2. - IMPACTS SUR LA NAPPE 25
4.2.1. - Alimentation en eau potable 25
4.2.2. - Irrigations 27

5. CONCLUSION 29

LISTE DES FIGURES

1. Plan de situation

2. Esquisse piézométrique

3. La zone d'étude - Diagramme d'analyse d'eau de la nappe

4. Emplacement des mesures de débit

5. Diagramme d'analyse d'eau du cours d'eau

6. Relation appliquée aux différents débits et conductivités - Etat actuel
Etat futur.

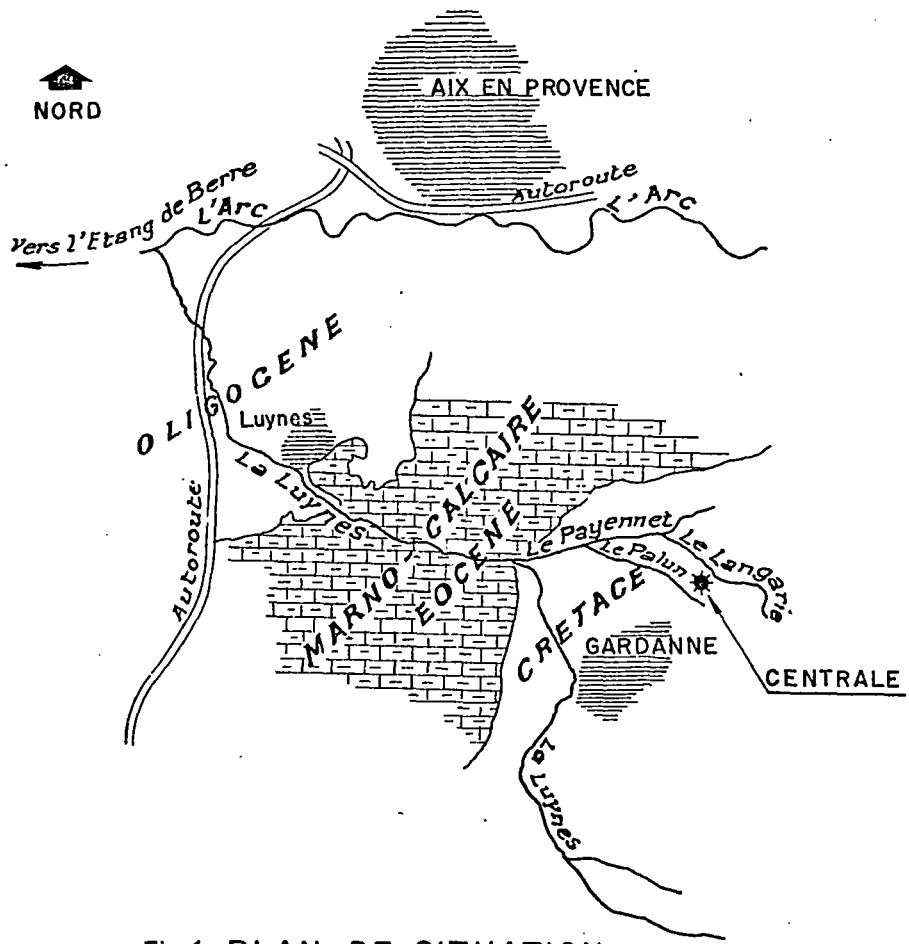


Fig.1- PLAN DE SITUATION

Echelle 1: 100 000

1

PROBLEME POSE

La mise en service de la tranche 5 va entrainer l'évacuation d'effluents (1) dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

- Débit moyen permanent : 320 m3/h ou 90 l/s environ se décomposant :

  en eau acide de décarbonatation : 135 m3/h (37,5 l/s)
  en eau basique au décrasseur : 125 m3/h (35 l/s)
  en eau de déconcentration, traitement des résidus et polissage des condensats : 60 m3/h (17 l/s)

- Qualité physico-chimique

T°	: 20 à 30° C
pH	: 7 à 9,5
Salinité	: 2,7 g/l
M.E.S.	< 100 mg/l
DCO	: 50 mg/l

Il est envisagé de rejeter ces effluents dans le milieu naturel. L'exutoire serait constitué par le Langarie qui se jette dans le ruisseau de Payennet affluent rive droite de la Luynes, le confluent de cette dernière avec l'Arc se situant par ailleurs au niveau de la zone industrielle des Milles à 10 km environ du point de rejet.

---

(1) Par ailleurs toutes les précautions seront prises pour éviter tout rejet accidentel (hydrocarbures, acide, soude ou eau de Javel.

C'est l'ensemble de la zone comprise entre le point de rejet envisagé et le confluent avec l'Arc qui est pris en compte dans le cadre de cette étude.

Le rejet actuel des installations existantes (tranche 1 à 4) est effectué dans le Palun affluent également du ruisseau de Payennet.

2

CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

La zone d'étude occupe le domaine alluvial des cours d'eau qui drainent la terminaison périclinale occidentale du massif du REGAGNAS.

Les alluvions reposent sur les formations du Crétacé supérieur (Rognacien) constituées par des marno-calcaires et plus à l'Ouest sur des terrains d'âge éocène représentés par une alternance de bancs calcaires et de marnes.

A quelques kilomètres du confluent de la Luynes avec l'Arc, les alluvions reposent directement sur l'Oligocène (argile, poudingues) du bassin d'Aix-en-Provence.

Les alluvions sont constituées par des épandages limono-sableux et graveleux calcaires issus du démantellement des massifs environnants.

Ces alluvions sont le siège d'une nappe phréatique de puissance modeste dont les performances compte tenu de la nature des matériaux sont faibles.

L'alimentation de cette nappe est assurée par les apports par ruissellement des versants argilo-marneux et par les échanges avec les cours d'eau.

Fig. 2

ESQUISSE PIEZOMETRIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

164 — Puits utilisé en A.E.P

81 — Numéro de l'inventaire national du puits

149,70 — Niveau piézométrique

150 — Courbe piézométrique et sa cote

Limite des alluvions

échelle 1/25 000

3

ETAT ACTUEL
OBSERVATIONS EFFECTUEES

Une campagne de contrôle et de mesures a été effectuée les 4 et 5 Mars 1981.

Celles-ci ont concerné la nappe et les cours d'eau.

3.1. - CONTROLE DE LA NAPPE

Un inventaire rapide des puits situés dans la zone d'étude a permis de dénombrer 3 ouvrages dans lesquels un contrôle piézométrique a été effectué.

Ces mesures ont permis d'établir :

- une esquisse de la piézométrie de la nappe
- un bilan sommaire de l'utilisation des eaux souterraines

et d'obtenir par quelques analyses une image de la qualité physicochimique de l'eau

3.1.1. - PIEZOMETRIE

La carte donnée en figure 2 met en évidence les caractères dominants suivants :

- entre le point de rejet envisagé et le Moulin de Valabre, la nappe alluviale semble être drainée par les cours d'eau.

- entre le Moulin de Valabre et le lieu-dit TURIN, on observe un gradiant d'écoulement important (10/1000). Ce phénomène peut être attribué à la présence sous des alluvions vraisemblablement de faible épaisseur, de bancs calcaires formant éperon et qui ont empêché le réajustement régulier du lit du cours d'eau.

- du lieu-dit TURIN au confluent de la Luynes avec l'Arc, la nappe semble être alimentée par les apports en provenance des versants. Le gradiant d'écoulement est de l'ordre de 7/1000.

3.1.2. - UTILISATION DE LA NAPPE

Les renseignements et observations recueillis au cours de la campagne d'inventaire peuvent être résumés dans le tableau ci-dessous :

Utilisation	A.E.P. domestiques	Irrigation arrosage	Inutilisés	Non équipés	Equipés d'une pompe
Numéro des ouvrages	373* -380-388 389*** -390-164	376-378	150-377-379 381-382-383 384-386-387 375-165-166 167-168-53	368-369 370-371	372-374 391
Nombre d'ouvrages	6	2	16	4	3

* + remplissage de piscine *** + irrigation

Les ouvrages non équipés ou inutilisés mis en évidence lors de l'enquête peuvent toutefois être utilisés pour l'irrigation après installations de groupes mobiles de pompage.

3.1.3. - QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES

5 prélèvements pour analyse physicochimique ont été réalisés et confiés au laboratoire de la Société des Eaux de Marseille.

Les résultats sont résumés dans le tableau suivant, de l'amont vers l'aval et sur le diagramme de la figure 3 :

N° du Puits	Conductivité	Résidu sec	PH	Ca	Mg	Na	Cl	SO_4	HCO_3	Cu	Mes	DCO
368	1 030	780	7,1	196	31	85	40	190	385	<0,01	4,1	<10
369	1 100	830	7,2	170	44	50	78	320	400	<0,01	2,6	<10
164	1 150	870	7,3	192	43	52	48	365	400	<0,01	1,5	<10
370	880	670	7,3	128	13	85	50	155	440	<0,01	1,3	<10
371	750	540	8,1	144	14	21	39	125	300	<0,01	3,7	<10

Pour 3 de ces puits (368 - 370 et 371) les eaux sont du type bicarbonaté calcique toutefois elles présentent des anomalies soit de pH (371) soit d'une teneur anormale en Sodium (368 - 370).

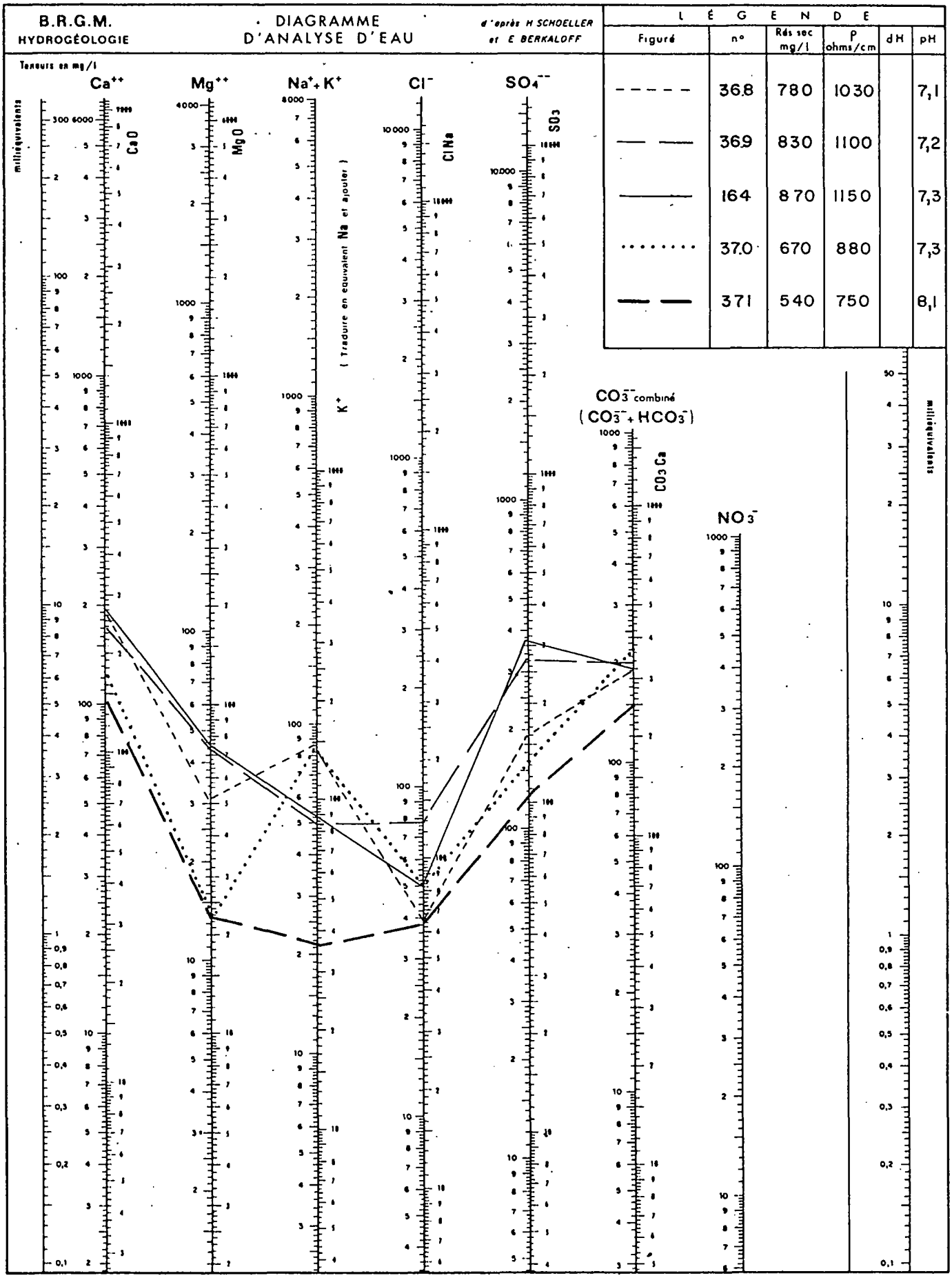
Les eaux des 2 autres puits seraient du type sulfaté calcique.

3.2. - LES COURS D'EAU

3.2.1. - CONTROLE DE DEBIT

Une campagne de jaugeages au moulinet a été effectuée le 3 Mars 1981 d'amont en aval sur la Luynes et ses affluents.

Fig.3 _ LA ZONE D'ETUDE _ DIAGRAMME D'ANALYSE D'EAU DE LA NAPPE



Sept stations ont ainsi été mesurées et les contrôles de débit réalisés ont permis d'apprécier les importances relatives de chacun des affluents. En outre ces mesures ont permis d'approcher les relations des cours d'eau avec la nappe.

La figure 4 donne les emplacements des contrôles de débit et les résultats des mesures effectuées qui sont par ailleurs résumés dans le tableau ci-dessous :

	Numéro de Station	Dénomination	Débit en l/s
Amont ↑	0	Langarie	1,5
	1	Le Payennet	13
	2	Le Palun	162
	3	Le Payennet	203
	4	La Luynes	91
	5	Vallon de Rembut	0
	6	La Luynes	239
↓ Aval	7	La Luynes	213

Ces résultats appellent les remarques suivantes :

- actuellement le Langarie amont débite 1,5 l/s.
- à la date de la mesure on constate sur le Payennet amont, à la limite des communes de Meyreuil et de Gardanne, un débit de 13,0 l/s. Il y a donc drainage des terrains par le ruisseau
- le débit du Palun qui reçoit actuellement les rejets des pompes 1 à 4 est de 162 l/s. au droit de la nouvelle route à l'amont du confluent avec le Payennet. Ce débit est exceptionnel et tient compte d'une surverse des réfrigérants consécutifs à un arrêt de la centrale pour fait de grève. De ce fait on a été amené à calculer à partir de salinité estimée d'après les mesures de conductivité réalisée en période normale à l'amont du rejet, sur le rejet et à l'aval, le débit véhiculé par le Palun en amont de l'Usine - ce qui a permis d'estimer ce débit à 25 l/s.

- le contrôle du débit du Payennet au pont de la D.7 met en évidence un drainage de la nappe par le ruisseau de l'ordre de 40 l/s, malgré la présence de dépôts fins en provenance des rejets de la centrale qui tapissent le fond et les berges du ruisseau.

- la Luynes, à l'amont de son confluent avec le Payennet, mesurée à l'aval de la station d'épuration de Gardanne (débit estimé à 25 l/s) apporte un débit de 91 l/sec.

- l'apport du vallon de Rambut étant nul, la somme des débits du Payennet et de la Luynes (stations 3 et 5) ne se retrouve pas à la station 6 (Pont du chemin de fer) où le débit total n'est que de 239 l/s. Malgré une incertitude de l'ordre de 5% sur les jaugeages il nous faut admettre une perte de 30 à 50 litres par seconde. Cette perte se fait vraisemblablement au droit des affleurements calcaires de l'Eocène lorsque la rivière traverse en cluse ces formations (aval du Moulin de Valabre).

- le jaugeage effectué sur la Luynes au droit du pont de la D.9 à l'amont du confluent avec l' Arc, met en évidence une perte de la rivière de l'ordre de 26 l/s. Là encore l'incertitude sur les mesures ne permet pas de justifier la différence observée entre les deux stations. En fait il nous faut admettre que la nappe est ici alimentée à la fois par les versants et par les pertes de la rivière.

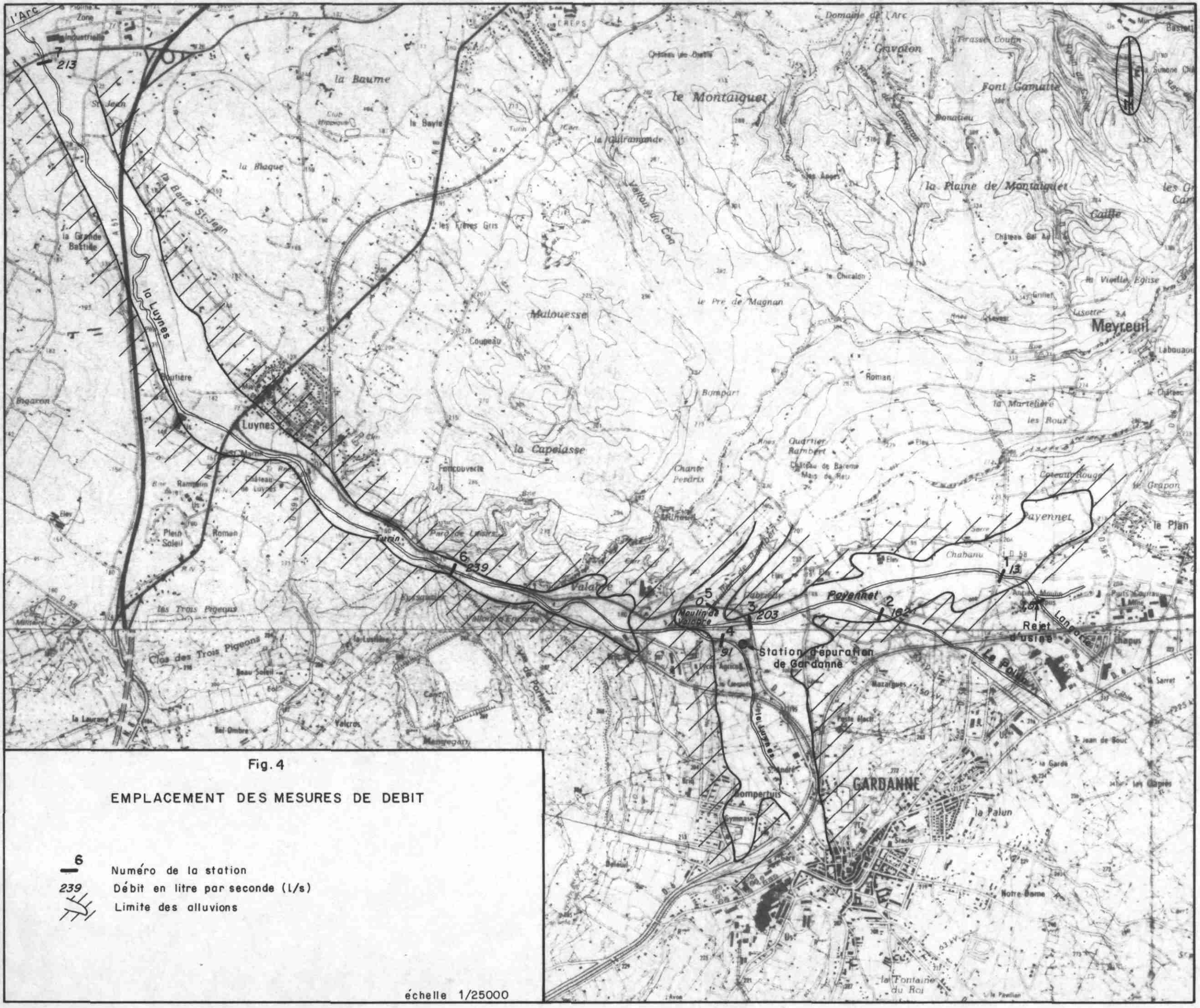


Fig. 4

EMPLACEMENT DES MESURES DE DEBIT

6 — Numéro de la station

239 — Débit en litre par seconde (l/s)

Limite des alluvions

échelle 1/25000

3.2.2. - QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES

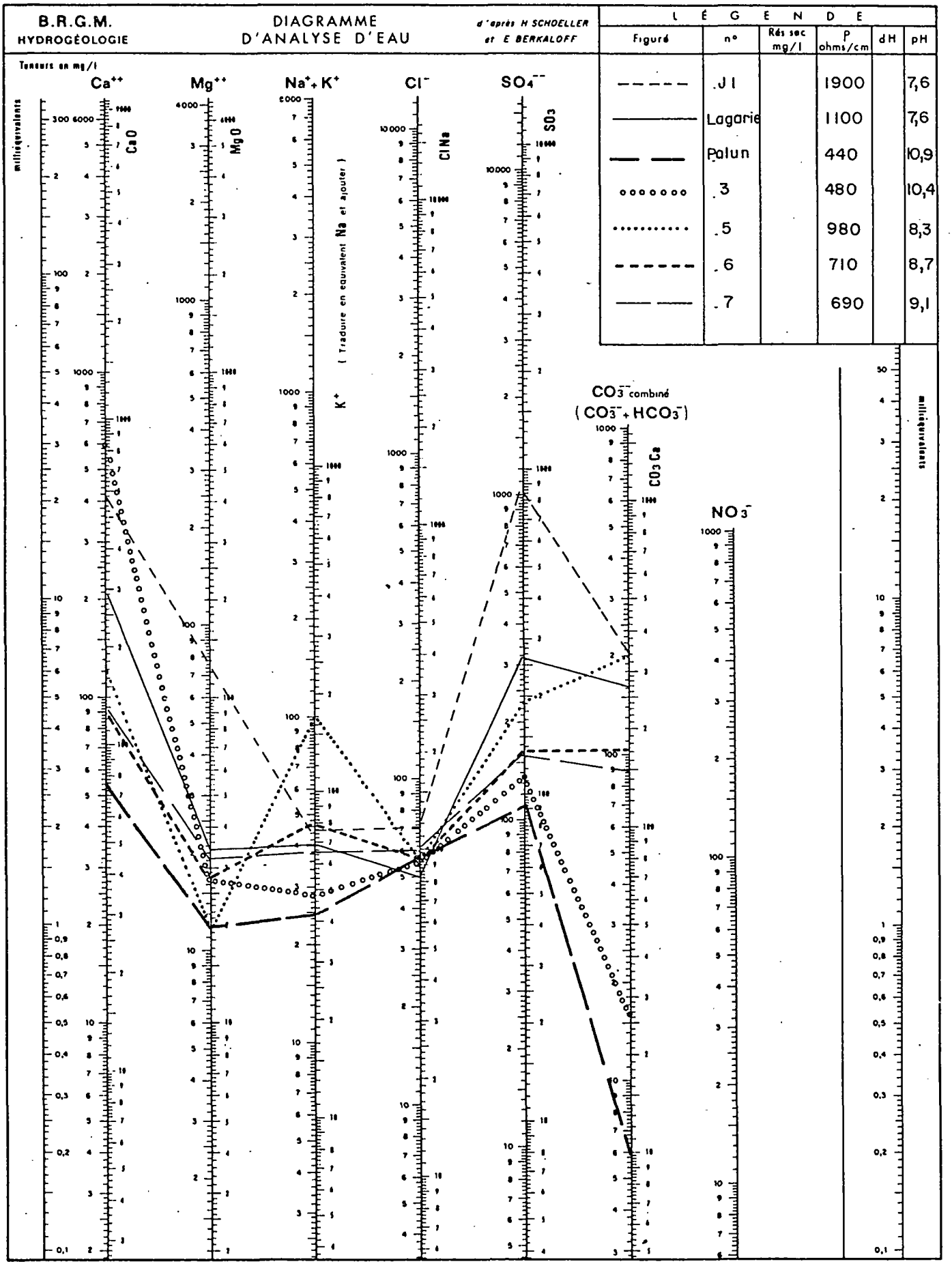
Les prélèvements effectués en même temps que les jaugeages sur les cours d'eau ont fait l'objet des mêmes déterminations que pour les eaux souterraines et sont consignés sur le tableau ci-après et répartis sur le diagramme en figure 5.

Ces eaux sont d'une très grande diversité qui peut être attribuée au nombre important de rejets divers tels que (chantier, la centrale actuelle, la station d'épuration de Gardanne).

Si on se réfère à la classification et aux normes établies par l'Agence de Bassin pour la Luynes on constate que certaines teneurs en DCO notamment pour les points 4 et 6, sont supérieures aux normes prévues et ont vraisemblablement pour origine le rejet de la station d'épuration de Gardanne.

N° de Station	Conductivité	Résidu sec	PH	Ca	Mg	Na	Cl	SO_4	HCO_3	Cu	Mes	DCO
0	1 900	1 440	7,6	432	77	45	70	1 010	415	<0,01	3,8	<10
1	1 100	830	7,6	220	20	41	50	310	330	<0,01	26	40
2	440	320	10,9	54	12	25	60	110	12,2	<0,01	150	30
3	480	340	10,4	60	17	28	58	135	33	<0,01	185	17
4	980	740	8,3	120	12	100	55	225	400	<0,01	37	120
6	710	510	8,7	92	17	46	58	160	215	<0,01	61	45
7	690	490	9,1	92	19	38	62	160	190	<0,01	45	28

Fig.5 _ DIAGRAMME D'ANALYSE D'EAU DU COURS D'EAU



4

IMPACTS DU REJET DES EAUX DE LA CENTRALE

4.1. - IMPACT SUR LES COURS D'EAU

La classification établie par la mission déléguée de Bassin Rhône Méditerranée Corse pour la Luynes catégorie 2 et pour l'Arc catégorie 4 conduit a ne pas dépasser pour les éléments actuellement disponibles les seuils suivants:

Classification	Catégorie 2	Catégorie 4
T° eau	22 à 25	≥ 30
PH		⩽5,5 ⩾9,5
MEST		> 70
DCO	25 à 40	> 80
Salinité (Conductivité)	750 à 1 500	>3 000
Dureté	30 à 50	> 100
Cl mg/l	200 à 400	>1 000
Cu mg/l	> 0,04	

Les contrôles de qualité et de débit effectués sur les différents cours d'eau ont permis de calculer les charges transitant aux différents points de mesure. Il ressort de ces résultats que - les flux de Mes, DCO, HCO^3 ne peuvent être considérés comme conservatifs en raison des phénomènes d'autoépuration (diminution de la DCO), des phénomènes de mise en suspension ou sédimentation (MES) ou des phénomènes de précipitations liés aux équilibres carbonatés.

Par ailleurs le Sodium est susceptible d'être échangé avec d'autres cations au contact de matériaux argileux - Quant aux sulfates ils sont susceptibles d'être réduits par l'activité biologique.

Il en résulte que seule l'utilisation de la salinité globale peut dans l'immédiat être tentée pour l'estimation de la qualité future du réseau hydrographique.

Ceci suppose que soient négligés les phénomènes de dissolution et de précipitation.

Les débits pris en compte correspondent aux débits d'étiage en raison des conditions météorologiques qui ont précédé la campagne de mesures.

La relation conductivité - salinité totale utilisée est celle donnée par RODIER :

Minéralisation = 0,758 x Conductivité comprise entre 833 et 10.000 µS/cm *en mg/ℓ*

Minéralisation = 0,716 x Conductivité comprise entre 333 et 833 µS/cm *en mg/ℓ*

Cette relation appliquée aux différents débits et conductivités mesurés dans l'état actuel conduit aux résultats résumés sur le schéma de la figure 6.

On constate à la station n°3 une charge globale calculée de 86 g/s alors que la charge mesurée n'est que de 69 g/s. Ceci est dû d'une part à l'incertitude sur les mesures et d'autre part à l'éventualité de précipitations physico-chimiques.

Suivant l'adoption de l'une ou l'autre de ces valeurs la conductivité calculée à la station n° 6 varie entre 645 et 725 µS/cm. La conductivité mesurée en ce point est de 710 µS/cm.

Un calcul analogue a été effectué concernant l'état futur, il est donné sur le diagramme de la figure 6 à partir des hypothèses suivantes :

- le rejet de la tranche 5 est de 90 l/s
- le rejet des tranches précédentes est ramené de 33 l/s à 14 l/s (arrêt des 3 tranches de 50 MW)

  la concentration est alors de 1,45 g/l en raison de la neutralisation de l'effluent.

  les apports de la nappe restent identiques.

Un calcul analogue sur les charges véhiculées conduit à une conductivité de 1940 µS/cm - chiffre supérieur à la borne maximale retenue dans la classification de l'Agence de Bassin pour la Luynes tout en étant admissible pour l'Arc. Il convient toutefois de souligner le caractère très approximatif de cette estimation. L'utilisation des eaux de la Luynes posera quelques problèmes en raison de la conductivité élevée, pour une irrigation à partir d'un prélèvement en rivière.

4.2. - IMPACTS SUR LA NAPPE

4.2.1. - ALIMENTATION EN EAU POTABLE

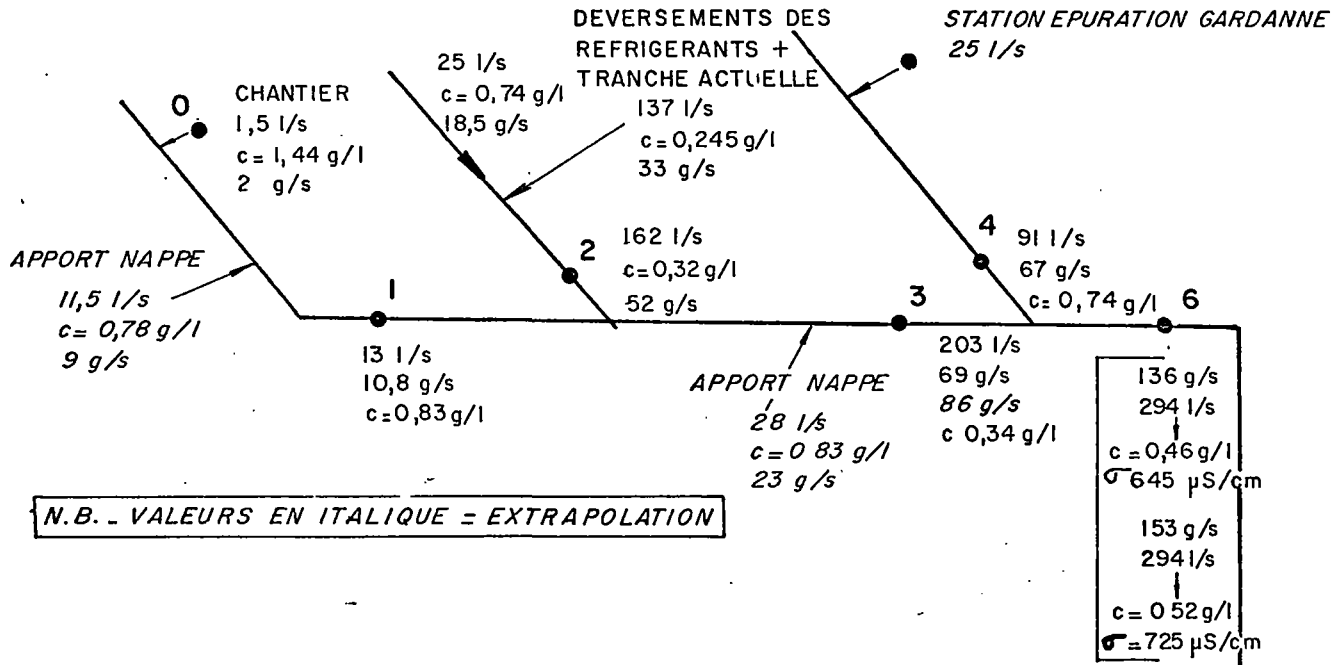
Les observations effectuées ont montré que dans la partie amont la nappe était drainée par la rivière, cette situation est donc favorable à la sauvegarde de la qualité des eaux souterraines. Cette zone de la nappe est celle pour laquelle la concentration dans le cours d'eau est la plus élevée.

En ce qui concerne la zone aval, la nappe est partiellement alimentée par la rivière. Sur ce tronçon, la conductivité, donc la minéralisation a été réduite par dilution. Par ailleurs l'alimentation par les versants contribue à maintenir dans les environs immédiats au cours d'eau l'invasion des eaux chargées entrant dans la nappe par le mécanisme des échanges nappe-rivière. Ce phénomène devrait donc protéger les 4 puits particuliers d'alimentation en eau potable recensés par l'inventaire. Il existe par ailleurs aucune alimentation collective ou publique sur la zone concernée.

Fig.6

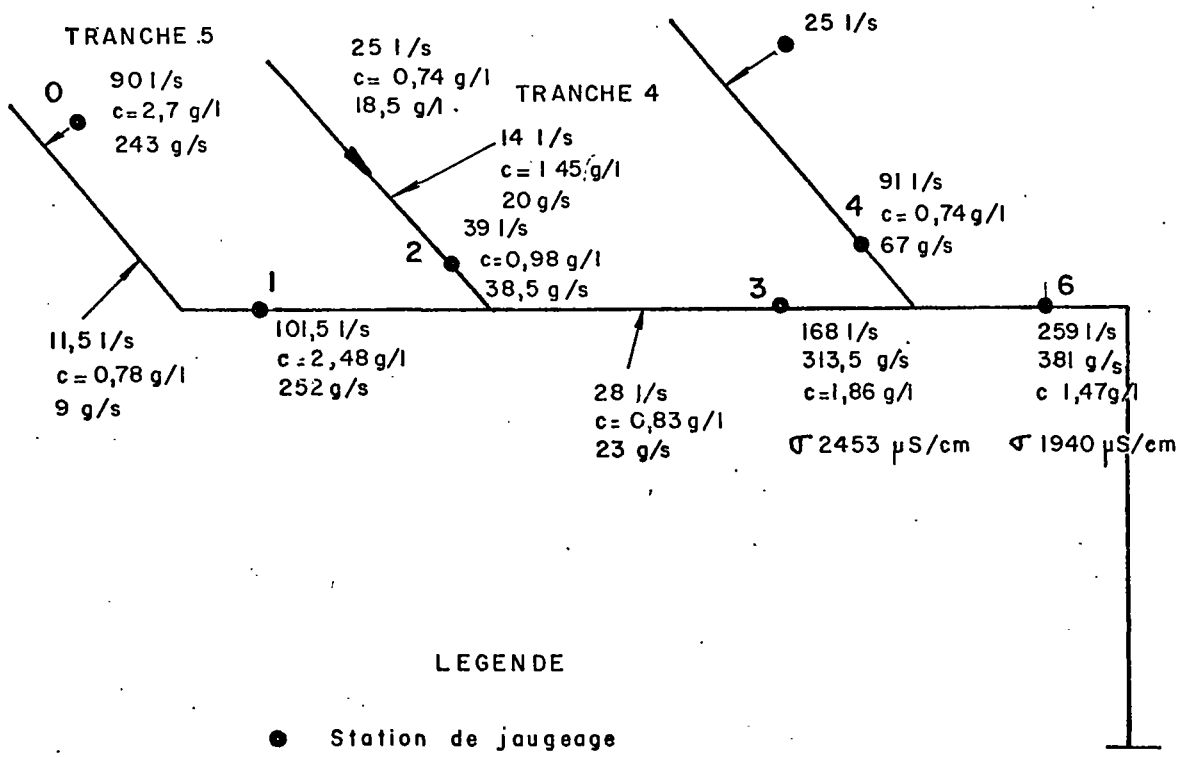
RELATION APPLIQUEE AUX DIFFERENTS DEBITS ET CONDUCTIVITES

ETAT ACTUEL _ Salinité totale



N.B. _ VALEURS EN ITALIQUE = EXTRAPOLATION

ETAT FUTUR



LEGENDE

● Station de jaugeage

—— Cours d'eau

4.2.2. - IRRIGATIONS

Actuellement la qualité des eaux superficielles prise à la station 6 permet l'irrigation sans problèmes majeurs. En effet la conductivité est inférieure à 750 µS/cm et le SAR (1) ajusté pour tenir compte de l'effet des carbonates/bicarbonates (US Salinty Laboratory) est inférieur à 6.

La qualité des eaux des nappes prise dans la zone aval permet une irrigation sans problème. Le SAR est inférieur à 6 et la conductivité inférieure à 750 µS/cm.

Par les rejets futurs il n'est pas possible en l'absence de données relatives aux teneurs en Ca - Mg - Na - HCO^3 et Cl dans la nappe et dans la rivière de faire une quelconque estimation.

---

(1) SAR: Sodium Absorption Ratio

5

CONCLUSION

Les mesures effectuées ont mis en évidence le rôle drainant du réseau hydrographique sur la portion comprise entre le rejet et le Moulin de Valabre. A l'aval de ce point, la Luynes alimente la nappe pour partie dans les marno-calcaires éocènes, à la faveur de la cluse et pour partie dans le domaine alluvial situé à l'aval de Turin.

L'inventaire des points d'eau a mis en évidence que sur 31 points dénombrés ; 4 de ces ouvrages sont utilisés pour l'alimentation en eau potable de résidences particulières. A l'exception d'un d'entre eux, trois se situent à une distance telle qu'il n'est pas interdit de penser que les apports des côteaux suffiront à fournir le débit exploité et que la distance à la berge est telle qu'il n'y aura pas d'appel à la réalimentation par le cours d'eau. Cette interprétation est renforcée par la modicité des débits prélevés.

En ce qui concerne les irrigations très peu de points semblent être affectés à cet usage. Toutefois, les puits non équipés sont susceptibles de recevoir des groupes de pompage mobiles.

En ce qui concerne d'éventuels prélèvements directs dans la Luynes pour l'irrigation ils devront être effectués avec prudence en raison de la conductivité des eaux qui pourrait faire redouter une salinisation des terrains à long terme.

En ce qui concerne l'Arc, classé en catégorie 4 par l'Agence de Bassin, les apports de la Luynes seront sans conséquence sur la classification de ce cours d'eau.