

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE ET DE LA RECHERCHE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.: (38) 66.06.60

ÉVALUATION DES RESSOURCES HYDRAULIQUES

NAPPE ALLUVIALE DE LA MOYENNE DURANCE
(04_13_83_84)

NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE
DE VULNÉRABILITÉ A LA POLLUTION

par

G. DUROZOY - J. LAVIE



Service géologique régional PROVENCE - CORSE

Domaine de Luminy - route Léon-Lachamp, 13009 Marseille

Tél.: (91) 41.26.04 et 41.24.46

74 SGN 257 PRC

Marseille, juillet 1974

R E S U M E

A l'initiative, et pour le compte, du Ministère du développement industriel et scientifique, le Service des mines a confié au Bureau de recherches géologiques et minières (B.R.G.M.) l'établissement de la carte de la vulnérabilité à la pollution de la moyenne Durance.

L'étude a consisté à déterminer, en fonction des pollutions, existantes ou potentielles, les possibilités de pénétration et de propagation de polluants éventuels dans la nappe alluviale et d'avoir ainsi une idée des moyens à mettre en oeuvre pour protéger cette nappe en général, et les points de prélèvements actuels en particulier.

Le document a été établi à partir des données existantes, en particulier de celles fournies par les très importants travaux et études hydrogéologiques effectués par EDF dans le cadre de la mise en exploitation des ressources énergétiques de la Durance.

La Direction départementale de l'agriculture a fourni des renseignements sur les occupations agricoles des sols, les réseaux d'irrigation et d'alimentation en eau potable. Des enquêtes locales ont complété les informations.

Faute de données suffisantes, la surface piézométrique établie n'a pas été jugée assez représentative pour être portée sur le document qui fait figurer la profondeur de la nappe et les sources de pollution existantes ou potentielles ainsi que les points de prélèvements.

D'une façon générale, la carte fait ressortir la très grande vulnérabilité de la nappe alluviale de la moyenne Durance.

S O M M A I R E

Résumé	page 2
Chapître 1 - Introduction	5
Chapître 2 - Cadre géographique	6
Chapître 3 - Structure géologique	8
Chapître 4 - Hydrologie de surface	10
1 - Caractéristiques générales	10
2 - L'irrigation	10
3 - Les affluents	11
31 - Rive droite	11
32 - Rive gauche	12
4 - L'aménagement hydraulique de la moyenne Durance	13
Chapître 5 - Hydrogéologie du substratum	14
1 - Les calcaires jurassiques et crétacés	14
2 - Les formations oligocènes de rive droite	15
3 - Le plateau de Valensole	15
Chapître 6 - Hydrogéologie de la nappe	16
1 - Bassin de Sisteron à Château Arnoux	16
2 - Bassin de Château Arnoux à Oraison	16
21 - Le réservoir	17
22 - La nappe	18
3 - Bassin entre Oraison et St Paul les Durance	18
31 - Le réservoir	18
32 - La nappe	19
4 - Conclusion	20
Chapître 7 - Qualité des eaux	22
Chapître 8 - Vulnérabilité à la pollution de la nappe alluviale	25
1 - Introduction	25
2 - Examen des paramètres	25
21 - Le recouvrement	25
22 - La profondeur de la nappe	26
23 - La vitesse de propagation	26
24 - La répartition des transmissivités	27
25 - Les relations rivière-nappe	27
3 - Conclusion	28
31 - Bassin de Sisteron à Château Arnoux	29
32 - Bassin de Château Arnoux à Oraison	29
33 - Bassin Oraison - Saint Paul les Durance	29
Chapître 9 - Situation actuelle et risques de pollution	31
1 - L'assainissement urbain	31
2 - Les industries	32
3 - L'agriculture	32
Chapître 10- Travaux ultérieurs à envisager	34
1 - Le domaine alluvial en général	34
2 - Les zones de captages actuelles ou futures	35
3 - Les captages	37
Chapître 11 - Conclusions	40
Bibliographie	42
Cartes utilisées, organismes consultés	43

L I S T E D E S A N N E X E S

- Annexe 1 - Débits moyens mensuels du Verdon - station de Vinon Gréoux
- Annexe 2 - Schéma de l'aménagement hydroélectrique de la moyenne Durance, échelle 1/200 000
- Annexe 3 - Coupes géologiques: secteur de Château-Arnoux
- Annexe 4 - Coupe géologique n° 4: secteur d'Oraison
- Annexe 5 - Coupe géologique n° 5: secteur d'Oraison
- Annexe 6 - Coupe géologique n° 6: secteur de Volx
- Annexe 7 - Coupes géologiques n° 7 et n° 8: secteur de Sainte Tulle
- Annexe 8 - Situation des coupes géologiques, échelle 1/50 000
- Annexe 9 - Evolution du taux des chlorures, captages A E P
- Annexe 10 - Alimentation en eau potable
- Annexe 11 - Alimentation en eau potable
- Annexe 12 - Réseaux d'assainissement et stations d'épuration
- Annexe 13 - Réseaux d'assainissement et stations d'épuration
- Annexe 14 - Données générales sur l'assainissement collectif de la moyenne vallée de la Durance.
- Annexe 15 - Evolution de la composition chimique d'une eau sous l'influence d'une pollution industrielle.

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

La moyenne Durance est caractérisée par une grande extension des plaines alluviales cultivées; au sein de ces formations alluviales, s'étend une nappe qui s'écoule parallèlement à la Durance; son régime dépend essentiellement de celui de la rivière et dans une moindre mesure, et localement, des irrigations relativement peu développées.

Seule ressource importante dans un pays chaud et sec, et sans autre magasin aquifère développé, la nappe alluviale est largement sollicitée pour l'alimentation en eau potable des centres riverains.

Ainsi, que ce soit par la Durance elle-même et du fait des liaisons nappe - rivière, ou que ce soit par l'intermédiaire des canaux d'irrigation, la nappe des alluvions, très sollicitée, est sensible à toute pollution provenant de la rivière ou de ses affluents.

Le risque, du fait de la présence d'établissements industriels peu nombreux mais importants et du réseau de fluides qui leur est lié, est latent et ne fera que croître.

Par ailleurs, la nappe est en général à faible, ou très faible profondeur sous le sol, sans qu'une couverture de terrains peu perméables soit en mesure d'assurer une protection.

Aussi apparaît l'intérêt d'une étude visant à préciser les conditions de vulnérabilité plus ou moins importante de la nappe selon les secteurs en fonction de sources de pollution existantes ou potentielles.

CHAPITRE 2
CADRE GEOGRAPHIQUE

La Durance, à son confluent avec le Rhône au Sud d'Avignon draine, sur 325 km de parcours, 14 225 km² de bassin versant répartis des plus hauts sommets des Alpes aux plaines de Provence.

La division de ce grand bassin en trois secteurs géographiques s'impose naturellement:

- En amont de la cluse de Sisteron, les vallées de la haute Durance et de ces deux grands affluents, l'Ubaye et le Buech, s'étendent dans un domaine intégralement haut alpin.
- Entre Sisteron et la cluse du pont Mirabeau, le bassin de la moyenne Durance, n'est qu'en partie alpin, par les hautes vallées de la Bléone, de l'Asse et du Verdon en rive gauche.
- A l'aval de la cluse de Pont Mirabeau, la basse Durance correspond d'abord jusqu'à la cluse d'Orgon à un couloir assez étroit; mais à l'aval d'Orgon, et mis à part l'étranglement du seuil de Noves, les plaines alluviales se développent très largement (plans de Saint Andiol et de Cavailon puis de Châteaurenard et d'Avignon).

C'est le bassin compris entre Sisteron et Pont Mirabeau qui est étudié ici.

La vallée alluviale, longue de 60 km, recoupe d'abord en un étroit couloir l'extrémité orientale de la montagne de Lure. Mais, à partir des Mées, à l'aval du confluent de la Bléone, la vallée, entre les collines de Forcalquier et de Manosque d'une part, le plateau de Valensole d'autre part, s'élargit notablement.

En rive gauche, les débouchés des basses vallées de la Bléone, de l'Asse et du Verdon sont largement ouverts sur la plaine de Durance.

Tout le long de la vallée, de part et d'autre des alluvions récentes, se développe un système complexe de terrasses; on y distingue (1):

- La basse terrasse:

D'âge würmien, cette terrasse domine d'une trentaine de mètres les alluvions modernes de la Durance en aval de Sisteron et se confond avec les alluvions actuelles au pont de Mirabeau.

- La moyenne terrasse:

D'âge rissien, elle domine d'une centaine de mètres la Durance à l'aval de Sisteron et s'abaisse peu à peu vers l'aval. Au sein de cette terrasse la limite entre les formations morainiques et le fluvioglaciaire varie selon les auteurs.

- La haute terrasse:

Elle domine la Durance de 150 mètres et n'est représentée que par des lambeaux de faible étendue (Château de Peipin, cimetière de Volcane, Bastide Neuve, Petit Villard).

(1) "Contribution à l'étude des formations quaternaires et des paléosols des vallées de la Durance et de la Bléone" - C.P. REDONDO - Thèse. Marseille - Université de Provence 1973.

CHAPITRE 3

STRUCTURE GEOLOGIQUE

A Sisteron, la Durance qui vient de recevoir le Buech en rive droite et le Sasse en rive gauche, quitte la grande dépression du Poët et de Mison très facilement entaillée par l'érosion dans les "Terres Noires"; ces marnes noires du Jurassique sont d'ailleurs très largement recouvertes par des formations glaciaires et des dépôts alluviaux plus récents

Le massif rocheux d'âge jurassique et crétacé entaillé par la célèbre cluse de Sisteron, correspond au flanc nord d'un long anticlinal orienté Ouest - Est qui fait affleurer plus au Nord les Terres Noires plus anciennes.

A l'aval de la cluse, la vallée reste étroite: la Durance recoupe orthogonalement la terminaison périclinale de l'anticlinal de la montagne de Lure d'orientation WSW - NNE; en rive droite les calcaires du Crétacé inférieur dominant directement la vallée, tandis qu'en rive gauche, les alluvions de la haute terrasse sont très développées sur les sédiments plus tendres du Crétacé moyen du bassin de Salignac.

A Château Arnoux, la Durance recoupe encore en cluse les assises de base de l'Oligocène (conglomérats, marnes et calcaires) de la bordure nord du bassin de Forcalquier qui se prolongent en rive gauche.

Au delà, le cours de la rivière s'oriente Nord Sud puis NNE - SSW.

En rive gauche et jusqu'au confluent du Verdon, la Durance longe la bordure occidentale du grand plateau de Valensole d'âge miopliocène. Les formations conglomératiques, plus ou moins intercalées de marnes et localement de niveaux calcareux, représentent le produit de l'érosion des grands reliefs alpins après la surrection alpine.

En rive droite, et jusqu'à Sainte Tulle, la vallée entaille les conglomérats puis les alternances de calcaires, de marnes et de grès du bassin oligocène de Forcalquier dont les plis s'orientent SW - NE: synclinal de Forcalquier d'abord puis anticlinal de Manosque prolongeant la chaîne du Luberon et faisant affleurer, au dessus de Volx, les calcaires crétacés de Notre Dame de la Roche progressivement entaillés par les exploitations de

carrières. Entre Peyruis et Lurs, les rives abruptes sont entaillées par la rivière et les terrasses anciennes ne sont conservées qu'à l'amont et surtout à l'aval de Château Arnoux où elles sont très largement développées de la Brillanne à Manosque.

A l'aval de Sainte Tulle, et toujours en rive droite, le développement des terrasses se réduit, et jusqu'à la cluse de Saint Paul les Durance, les rives abruptes sont entaillées dans les formations conglomératiques pontiennes constituant la couverture des massifs calcaires crétacés de Beaumont et de Mirabeau.

Cette cluse de Saint Paul les Durance est entaillée dans les calcaires crétacés du synclinal de Cadarache; ceux-ci, localement recouverts de lambeaux de conglomérats mioplIOCènes, constituent le massif dominant la Durance en rive gauche à l'aval du confluent du Verdon; celui-ci correspond à un synclinal d'orientation WNW - ESF appartenant, comme l'anticlinal de Vautubière qui lui fait suite, au système de plis pyrénéo-provençaux qui caractérisent la basse Provence calcaire.

Ce sont les calcaires jurassiques, correspondant aux couches les plus anciennes de l'anticlinal de Vautubière, qui sont recoupés en une cluse étroite au Pont de Mirabeau.

CHAPITRE 4

HYDROLOGIE DE SURFACE

1 - CARACTERISTIQUES GENERALES

Le bassin versant de la Durance à Oraison est de 6 764 km² et de 12 000 km² au Pont de Mirabeau.

La longueur du cours entre Sisteron et le Pont de Mirabeau est environ de 60 km. La pente est forte (3‰ à Manosque).

Le module qui est de 83,3 m³/s à Serre Ponçon est de 120 m³/s à Volonne et de 195 m³/s à Cadarache. Le pourcentage des apports annuels par saison se répartit ainsi:

- Printemps 55 % (fonte des neiges)
- Eté 15 % (orages)
- Automne 21 % (pluies)
- Hiver 9 % (neige)

la pluviosité moyenne de la vallée étant de 800 mm.

Depuis les travaux d'aménagement E.D.F. le débit minimum n'est plus que de 2 m³/s et l'on estime la crue possible à 400 m³/s. Auparavant le volume des transports solides par charriage était évalué à un million de m³ par an tandis que le temps de propagation de crue était de 15 heures entre Serre Ponçon et Mirabeau.

2 - L'IRRIGATION

Le régime irrégulier des pluies rend l'irrigation indispensable. Sur 52 000 ha de surface agricole, 9 000 ha sont irrigués par des ouvrages syndicaux et 2 000 par des installations particulières.

Le débit prélevé sur la Durance et ses affluents par l'ensemble des canaux d'irrigation peut être évalué à une dizaine de m³/s.

On peut citer parmi les principaux canaux d'irrigation:

- en rive droite:
 - Le Canal de Manosque (1875) - de St Auban à Corbières 4 m³/s
 - Le Canal de la Brillanne (1836) - 2 m³/s
- en rive gauche:
 - Le Canal d'Oraison - 500 l/s
 - La Canal des Mées - 500 l/s
 - Le Canal du Moulin
 - Le Canal de Villedieu (fonctionne à son origine comme canal de drainage)
 - Le Canal de Pontoise

3 - LES AFFLUENTS

3 1 - Rive droite

Du Nord au Sud les affluents de la Durance sont les suivants:

- Le Jabron: longe le flanc nord de la montagne de Lure et se jette dans la Durance au Sud de Sisteron.
- Le Largue et son principal affluent la Laye: Le Largue et la Laye prennent leur source au pied de la montagne de Lure.
Le Largue a 43,5 km de longueur pour une dénivellation de 400 m. Il se jette dans la Durance légèrement au Sud de Villeneuve. Il s'agit du plus important cours d'eau de rive droite avec un bassin versant de 360 km².
- Le Lauzon prend également naissance au pied de la montagne de Lure et conflue avec la Durance près de la Brillanne.
- On peut également citer le Chaffère qui traverse Sainte Tulle et le Beveron.

Le régime de ces cours d'eau est nettement méditerranéen, caractérisé par deux périodes de basses eaux (hiver, été) séparées par deux périodes de crues.

3 2 - Rive gauche

Les trois cours d'eau principaux de la rive gauche sont la Bléone, l'Asse et le Verdon.

- La Bléone: prend sa source au pied de la crête des Trois Evéchés à 2600 m d'altitude. La longueur du cours est de 62 km pour une dénivellation de 2200 m soit une pente moyenne de 25 m/km. Le débit moyen varie de 10 à 15 m³/s. La confluence avec la Durance se situe près de Malijai (405 m). Le bassin versant de la Bléone a une superficie de 900 km².

- L'Asse: est constitué à l'origine par une série de petites émergences (issues des clapiers d'Asse au dessus de Tartonne) à 1650 m d'altitude. Peu avant Barrême l'Asse reçoit son premier affluent important, l'Asse de Moriez, descendant du Col des Robines; puis à Barrême même le cours d'eau s'enrichit à nouveau des eaux de l'Asse de Blieux qui prend naissance au pied du Chiran. Le débit moyen est environ de 5 à 10 m³/s pour un bassin versant d'une superficie de 658 km².

L'Asse rejoint la Durance un peu au Sud d'Oraison.

- Le Verdon: Il s'agit du plus important cours d'eau du bassin de la moyenne Durance (et d'ailleurs de tout le bassin de la Durance dont il constitue le principal affluent).

La source du Verdon est située sur les pentes orientales de la Tête de Sestrières, proche des Trois Evéchés, au dessus de la Foux d'Allos.

La longueur du cours est de 155 km avec une pente moyenne de 2,9 %. Le bassin versant a une superficie totale de 2218 km². Le débit moyen est environ de 40 m³/s. (cf. débits moyens mensuels - station EDF de Vinon Gréoux - 1968 - 1971 - annexe 1).

Les deux principaux affluents de rive droite du Verdon sont l'Issole (26 km) descendant de Thorame qui rejoint le cours à Saint André les Alpes et le Colostre issu du plateau de Valensole qui conflue près de Gréoux les Bains. En rive gauche, le Jabron et surtout l'Artuby drainent un domaine karstique. Le Verdon rejoint la Durance au Pont de Mirabeau, limite des bassins des basse et moyenne Durance.

- On peut également citer le Vançon (157 km) et le Rancure (110 km²) qui sont de petits affluents confluants l'un à l'aval de Sisteron, l'autre entre Bléone et Asse.

Le régime des cours d'eau de rive droite est, soit torrentiel alpin (Bléone Asse et Verdon - ce dernier étant caractérisé dans sa partie aval par l'apport important d'un grand domaine karstique), soit méditerranéen (Rancure, Colostre).

4 - L'AMENAGEMENT HYDRAULIQUE DE LA MOYENNE DURANCE

Le bassin de la Durance est l'un des plus importants ensembles énergétiques français grâce à son module puissant (83,3 m³/s à Serre Ponçon, 195 au Pont de Mirabeau) et sa forte pente (3 ‰ entre les Mées et Manosque)

Un grand ouvrage de régularisation sur la Durance (Serre Ponçon) et une série de réservoirs sur le Verdon (Castillon, Quinson, Gréoux et bientôt Sainte Croix) ont été édifiés par E.D.F. afin d'exploiter ce potentiel énergétique (cf. schéma de l'aménagement hydraulique de la moyenne Durance). Annexe 2.

CHAPITRE 5

HYDROGEOLOGIE DU SUBSTRATUM

1 - LES CALCAIRES JURASSIQUES ET CRETACES

Ceux-ci limitent le bassin de la moyenne Durance au Nord et au Sud.

Au Nord, à Sisteron, la Durance entaille en cluse les calcaires du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur du flanc septentrional du synclinal du Jabron: il y a certainement drainage par la rivière.

Immédiatement à l'aval (Les Bons Enfants) la Durance longe la terminaison périclinale de la chaîne de Lure. La question est posée d'un drainage possible de l'extrémité orientale de la montagne de Lure vers la Fontaine de Vaucluse; les expériences de coloration ont montré que cet impluvium dépassait le champ de fracture de Banon: il est vraisemblable qu'il s'étend au delà de Saint Etienne les Orgues. Dans ces conditions, le drainage par la Durance doit être faible.

En rive gauche, les marno-calcaires cénomaniens qui achèvent la terminaison périclinale de la chaîne (plateau de Salignac) sont peu perméables.

Au Sud, l'anticlinal à coeur jurassique du Pont de Mirabeau est drainé par la nappe alluviale de la rivière (en rive gauche, les sondages exécutés pour la fondation de l'usine E D F de Jouques ont mis en évidence la présence d'un niveau hydrostatique dans les calcaires à une cote légèrement supérieure à celle de la Durance).

Plus à l'Est, le flanc nord de l'anticlinal du Pont de Mirabeau et une partie du synclinal de Cadarache qui lui fait suite au Nord, sont drainés aux sources des Laurons dans le petit affluent de rive gauche de la Durance, l'Albion. Le drainage du synclinal lui-même par la nappe alluviale de la Durance entre Cadarache et Saint Paul les Durance est vraisemblablement peu important.

2 - LES FORMATIONS OLIGOCENES DE RIVE DROITE (bassin de Forcalquier, anticlinal de Manosque)

Ces formations sont caractérisées par une alternance de couches perméables (calcaires lacustres, grès, localement conglomérats) et imperméables (marnes ou argiles). Les calcaires de Vachères (Oligocène inf. et de Reillane (Aquitaniens) notamment, constituent des ensembles aquifères, mais s'ils sont bien développés dans la région de Forcalquier, ils passent latéralement à l'Est (région de Ganagobie) à des faciès conglomératiques qui, très mêlés d'argiles, sont dans l'ensemble très peu perméables.

Le Miocène (Burdigalien et Helvétien) présente des alternances de grès (localement molasses), grès argileux et argiles qui, entre Forcalquier et la Brillanne, renferment des nappes d'importance réduite, alimentant quelques petites sources. La perméabilité d'ensemble est faible.

Le Miocène supérieur (Ponien) affleure assez largement au dessus des terrasses alluviales au Nord de Manosque et surtout entre Sainte Tulle et Mirabeau: son rôle est le même que celui des formations identiques, beaucoup plus développées en rive gauche et qui sont examinées ci-dessous.

3 - LE PLATEAU DE VALENSOLE

La formation détritique miopliocène constituant le plateau de Valensole (poudingues, conglomérats mêlés d'argiles et de marnes, localement calcaires lacustres) constituent un ensemble perméable drainé par les vallées entaillant ce plateau (torrent des Duves au Nord de la Bléone, Asse et Colostre au Sud); cependant les intercalations argileuses compartimentent l'ensemble et individualisent de petites nappes alimentant, au flanc des vallées, des émergences de faible débit.

Au pied des reliefs, en bordure de la Durance, des émergences existent (les Chabauds en face de Manosque) mais les débits ne sont jamais très importants.

Dans l'ensemble, la perméabilité du magasin aquifère est faible; cependant une alimentation continue de la nappe alluviale par les formations du plateau de Valensole, en rive gauche, est évidente.

CHAPITRE 6

HYDROGEOLOGIE DE LA NAPPE

On peut diviser la vallée de la moyenne Durance en trois secteurs géographiques qui seront examinés successivement.

1 - BASSIN DE SISTERON A CHATEAU ARNOUX

Dans ce secteur, la Durance a un cours encaissé bordé de hautes terrasses fluvioglaciaires qui ne semblent pas être le siège de circulations aquifères importantes. Le substratum étant généralement calcaire, le creusement a été plus difficile et s'est effectué selon un sillon étroit et profond et l'alluvionnement est beaucoup moins développé que dans les autres bassins.

Quelques forages permettent malgré tout de se faire une idée sur l'épaisseur et la nature de l'étroite bande d'alluvions récentes qui borde la rivière.

A l'aval immédiat de Sisteron, le bedrock calcaire a été reconnu sous une épaisseur variable de 7 à 10 mètres d'alluvions. La tranche supérieure des calcaires n'est pas aquifère.

En aval de Beaulieu, par contre, des arrivées d'eau semblent provenir du substratum calcaire ⁽¹⁾. Les alluvions formées de galets, graviers et sable ont une perméabilité qui varie entre 1 et $10 \cdot 10^{-4}$ m/s, la surface piézométrique étant très proche du sol (1 m environ).

A Aubignosc, le réservoir aquifère, d'une puissance d'une dizaine de mètres à 15 mètres, est plus étendu. Les alluvions (argile, sable et graviers) dont la perméabilité varie de $1 \cdot 10^{-3}$ à $1 \cdot 10^{-2}$ m/s reposent également sur des marno-calcaires gris-noirs du Cénomaniens. La surface piézométrique se rapproche du sol de l'amont vers l'aval (11 m à l'aval des

(1) D'après les résultats du forage 917 7 21

Bons Enfants, inférieure à 3 mètres à la Savonnerie).

Dans le bassin Sisteron-Château Arnoux, le réservoir aquifère alluvionnaire est fragmenté et d'extension limitée; de ce fait il reste directement influencé par le niveau de la Durance. Seule, la région de Peïpin-Aubignosc renferme une nappe continue bien que de faible étendue.

Les arrivées d'eau issues des calcaires crétacés au niveau de Beaulieu permettent de penser que les ressources, en général réduites dans ce secteur, ne sont ici pas négligeables.

2 - BASSIN DE CHATEAU ARNOUX A ORAISON

21 - Le réservoir

Des coupes ont été établies au droit de la retenue de l'Escale et au niveau d'Oraison (cf. coupes 1, 2, 3 l'Escale et 4, 5 Oraison). Ces profils permettent de définir la nature du comblement à l'amont et à l'aval de ce secteur et d'émettre des hypothèses quand aux conditions de dépôt de ces formations: il y aurait eu quatre phases de creusements successifs que l'on peut probablement mettre en liaison avec les fluctuations climatiques qui se sont produites au Quaternaire. Lors de la première phase de creusement les poudingues de Valensole ont été entamés profondément au niveau de Château Arnoux et beaucoup moins au niveau d'Oraison, en raison même de la possibilité d'extension latérale du cours d'eau en cet endroit. Ce sillon a été remblayé par des alluvions sableuses.

Lors de la deuxième phase de creusement, aussi accentuée que la première, les alluvions ont été emportées en totalité (L'Escale) ou seulement en partie (Oraison). Le matériau de comblement postérieur est argileux et marneux et présente des niveaux lenticulaires de matériaux détritiques plus ou moins consolidés.

Le creusement correspondant à la troisième phase d'érosion est moins important (niveau de base plus élevé et pente moins forte). Les dépôts précédents sont nivelés et les poudingues encaissants sont attaqués; il se produit un élargissement plus ou moins important du lit de la Durance.

Le remplissage de ce lit s'effectue par apport d'alluvions plus grossières en amont (coupes 1, 2, 3) et plus fines (limons) en aval (coupes 3 et 4).

La quatrième phase de creusement est assez semblable à la précédente bien que moins marquée. Les dépôts précédents sont simplement légèrement entamés. Cette dernière phase correspond au cours actuel de la Durance.

Généralement la perméabilité des alluvions du réservoir aquifère se situe entre 5.10^{-3} et 5.10^{-4} m/s.

22 - La nappe

- rive gauche:

Entre Château Arnoux et Malijai l'axe de drainage est différent du cours actuel de la Durance (cf. coupes 1, 2, 3). La rivière alimente la nappe qui reçoit également un apport en provenance des bordures détritiques.

Après le confluent avec la Bléone, la nappe est drainée par la Durance et l'on note également une alimentation plus ou moins forte provenant du poudingue de Valensole.

La nappe est assez peu profonde, notamment en amont des Mées et en aval de Dabisse les Pourcelles où elle se situe à moins de 3 mètres de la surface du sol.

La pente hydraulique moyenne varie de 5‰ à 7‰.

- rive droite:

La nappe est drainée par la Durance et reçoit des apports provenant des bordures. Elle est peu profonde et le plus souvent à moins de 3 mètres de la surface du sol.

3 - BASSIN ENTRE ORAISON ET SAINT PAUL LES DURANCE

31 - Le réservoir

A partir d'Oraison la vallée alluviale s'élargit et les anciens méandres du cours sont plus nombreux et rendent plus complexe l'interprétation des comblements alluviaux successifs auxquels se joignent d'ailleurs des dépôts de pente. L'influence des différents cours d'eau (Béveron, Asse,

Largue, Chaffere etc.) vient encore compliquer l'interprétation des conditions de dépôts.

Trois coupes ont été réalisées (cf. coupes 6, 7 et 8) en rive droite afin de mieux expliciter la nature du remplissage alluvionnaire. Comme dans le bassin Château Arnoux - Oraison nous pouvons distinguer quatre phases de creusement:

- La première affecte la formation de Valensole qui est entaillée largement mais peu profondément, la vallée étant plus large et la pente vraisemblablement moins forte que dans le bassin précédent. Le comblement est assuré par des alluvions plus ou moins consolidées dont les perméabilités varient de 5.10^{-3} à 5.10^{-4} m/s.
- Lors de la seconde phase, l'ampleur du creusement est sensiblement moindre que pendant la première phase et celui-ci n'affecte que les dépôts alluviaux; le matériau de comblement est essentiellement constitué de marnes et d'argiles.
- A la troisième phase de creusement correspond un nivellement de la vallée et l'érosion des dépôts argilo-marneux postérieurs à la seconde phase et qui sont bien souvent totalement enlevés. Les matériaux de comblement correspondant à cette troisième phase sont essentiellement constitués de limons auxquels viennent se mêler des apports alluvionnaires provenant des différents cours d'eau.
- La quatrième phase de creusement est importante et affecte la vallée dans toute sa largeur en applanissant le fond et attaquant les terrasses de bordure. Cette phase correspond au cours actuel de la Durance.

32 - La nappe

Ce bassin recèle la nappe la plus étendue et la plus complexe.

- rive gauche:

A partir du pont d'Oraison, il semble qu'il y ait une alimentation de la nappe à partir de la Durance; un axe de drainage rejoindrait le cours actuel en amont de la confluence avec l'Asse.

Depuis l'Asse jusqu'à Pontoise, la nappe alluviale est normalement drainée par la Durance.

A partir de Pontoise, la vallée alluviale s'étend et le fonctionnement hydraulique de la nappe est plus complexe. On note des apports qui semblent importants en provenance des poudingues de Valensole, puis un apport du à l'underflow du Verdon. Toute cette partie de la nappe est drainée par la Durance en direction du confluent.

Dans la majeure partie de son étendue, la nappe est située à moins de trois mètres de la surface du sol, à part deux régions, l'une entre Oraison et l'Asse et l'autre entre Pontoise et le Verdon, où l'on rencontre des profondeurs plus importantes.

Un recouvrement argileux de faible étendue mais de puissance non négligeable (supérieure à 10 mètres cf. coupe 5) a été mis en évidence au Sud d'Oraison, en aval du confluent avec le Rancure. La nappe est alors localement captive.

- rive droite:

La nappe est drainée par la rivière jusqu'au niveau de Manosque et reçoit une alimentation en provenance des bordures.

Ensuite on voit se dessiner un axe de drainage dont la direction est parallèle au cours actuel de la Durance qu'il rejoint en aval de Sainte Tulle. Ce couloir semble correspondre à un ou plusieurs surcreusements du substratum détritique avec remblaiement par des alluvions non consolidées. En rive droite, la nappe est située à plus grande profondeur qu'en rive gauche à part deux secteurs particuliers, l'un en amont du Pont de Manosque, l'autre au niveau de Corbières. Des profondeurs importantes auxquelles correspondent des développements plus marqués des terrasses, se rencontrent au contact des massifs de bordure.

Des étendues importantes de recouvrements argileux et limoneux ont été mises en évidence sans qu'il soit possible d'en préciser l'extension. La nappe peut localement être captive.

4 - CONCLUSIONS

La nature et l'épaisseur du comblement alluvial dépendent essentiellement des divagations anciennes ou récentes du lit du fleuve et les relations nappe-rivière dépendent à leur tour de la nature de ce comblement.

Les zones de drainage correspondent aux anciens chenaux empruntés par la Durance et remblayés par des alluvions perméables.

Etant donné le peu de données dont nous disposons et leur mauvaise répartition géographique il est aléatoire de vouloir en déduire une interprétation globale de la répartition des terrains de comblement dans cette vallée dont les mécanismes de creusements et de comblements successifs sont complexes.

CHAPITRE 7

QUALITE DES EAUX

Comme nous l'avons vu, l'alluvionnement de la vallée de la moyenne Durance est très complexe et il serait vain de chercher une homogénéité dans la composition des eaux de la nappe, de Sisteron au Pont de Mirabeau.

Il faut en effet noter que l'eau circule généralement à l'intérieur du réservoir aquifère le long de zones privilégiées (axes de drainages, anciens chenaux) et non d'une manière homogène dans l'ensemble du terrain.

Cette individualisation des filets liquides s'oppose à l'homogénéisation des compositions chimiques.

Les renseignements recueillis proviennent des municipalités ou des sociétés de fermage s'occupant de l'alimentation en eau potable. Les analyses chimiques complètes sont rares et ne sont pas effectuées régulièrement. Le taux des chlorures par contre est un élément généralement dosé de façon plus fréquente et nous avons pu dresser, à titre indicatif, les graphiques de l'évolution des chlorures pour 4 communes (cf. annexe 8: évolution du taux des chlorures).

De l'examen de l'ensemble des données recueillies il ressort qu'une évolution se dessine nettement dans la composition des eaux. Le taux des chlorures accuse une nette augmentation dans le temps dans la plupart des captages ceci étant à mettre en parallèle avec l'augmentation progressive dans le temps des teneurs de cet ion en Durance.

Les eaux les moins chargées se rencontrent dans les alluvions en contrebas des poudingues de Valensole en rive gauche (influence du drainage des massifs détritiques).

Les eaux les plus chargées sont localisées en rive droite entre Lurs et Manosque.

Actuellement, la moyenne des teneurs en chlorures se situe

entre 15 et 40 mg/l, on note ensuite quelques valeurs entre 40 et 100 mg/l puis des valeurs excessives pouvant atteindre 300 mg/l.

Etant donné la disparité des renseignements recueillis il serait vain de vouloir définir le rôle respectif des différentes causes de l'évolution possible du chimisme de la nappe. Nous pouvons à titre indicatif proposer une liste non limitative de différentes influences:

- rôle des industries chimiques (variations dues à l'évolution des processus de fabrication, au changement de rythme des activités et aux accidents).
- influence du régime naturel ou artificiel de la Durance (rôle des chasses d'eau des réservoirs dans la remise en circulation d'éléments plus ou moins fixés dans les boues de sédimentation des diverses retenues).
- rôle des affluents qui peuvent soit véhiculer une pollution soit en diluer les effets.
- influence des terrains environnants sur les eaux de la nappe soit directe (drainage des poudingues de Valensole) soit par l'intermédiaire de fractures (relations hypothétiques avec les gisements évaporitiques de Saint Martin des Eaux).
- nature même du réservoir aquifère (phénomène mal connu de fixations des éléments chimiques suivant la nature et le degré de saturation des terrains, pollution rémanente).
- influence de la composition des eaux d'irrigation et des produits qu'elles peuvent véhiculer.

A titre d'exemple nous donnons les deux diagrammes de Schoeller-Berkaloff d'une eau de puits avant et après pollution industrielle (cf. ~~annexe~~ 15).

Seule une surveillance généralisée et régulière de l'évolution de la composition chimique de la nappe pourrait permettre de définir le rôle respectif de ces différents facteurs. Cette reconnaissance permettrait

par la suite de définir les moyens à mettre en oeuvre pour enrayer la dégradation de la qualité des eaux.

CHAPITRE 8

VULNERABILITE A LA POLLUTION DE LA NAPPE ALLUVIALE

1 - INTRODUCTION

Une nappe alluviale comme celle de la moyenne Durance est excessivement vulnérable sur la plus grande partie de son étendue. En effet, les perméabilités verticales sont bonnes et les recouvrements quand ils existent sont bien souvent trop peu importants pour stopper une pollution éventuelle.

On peut malgré tout établir différents degrés dans la vulnérabilité à la pollution grâce à la connaissance de certains facteurs déterminants dont les plus importants seront examinés successivement.

2 - EXAMEN DES PARAMETRES

21 - Le recouvrement

Nous avons pu mettre en évidence, grâce à l'examen de coupes de sondages, différentes zones présentant un recouvrement assez important pour jouer un rôle de protection. Ces recouvrements sont, soit argileux et dans ce cas la protection de la nappe est effectivement réalisée, soit limoneux et c'est alors la différence de perméabilité avec les alluvions du réservoir qui entraîne une protection plus ou moins efficace.

La nappe peut également se trouver en charge sous ces recouvrements (cf. coupes 4, 5, 6 et 7), dans ce cas, la propagation d'une pollution peut être très sérieusement freinée.

Les recouvrements de quelque envergure qui ont été cartographiés sont essentiellement situés dans le bassin Oraison - Saint Paul les Durance en rive droite, et leur extension latérale n'a pu être déterminée avec exactitude en raison du manque de données.

Ces recouvrements sont, en fait, plus importants dans ce bassin car les creusements correspondant aux différentes phases d'érosion ont été généralement moins importants qu'en amont d'Oraison et, la vallée étant

plus large, les méandres ont été plus nombreux.

22 - La profondeur de la nappe

En dehors de toute considération sur la nature du recouvrement, la tranche d'alluvions non saturées joue, vis à vis d'éventuelles pollutions superficielles, un rôle de filtre d'autant plus efficace que cette épaisseur est importante. La nappe sera donc d'autant mieux protégée qu'elle se trouvera à une plus grande profondeur sous le sol.

Les isobathes du toit de la nappe ont été dressées en période de hautes eaux afin de se placer dans le cas le plus défavorable. Les zones où la nappe se trouve à moins de 3 mètres de la surface du sol ont été soulignées car il s'agit de secteurs où, en l'absence de recouvrement, l'aquifère est très vulnérable étant donné la faible épaisseur de la couche non saturée.

L'examen de la carte permet de se rendre compte de l'extension de ces zones très vulnérables, notamment dans le bassin Château Arnoux - Oraison ainsi qu'en rive gauche et en aval du bassin Oraison - Saint Paul les Durance. Par contre en rive droite de ce bassin, la nappe est assez profonde.

D'une manière générale on rencontre les plus grandes profondeurs au contact des massifs encaissants puis la profondeur diminue jusqu'au lit actuel de la Durance où se trouve les épaisseurs les plus faibles.

23 - La vitesse de propagation

Si l'on néglige les phénomènes de diffusion encore mal connus en milieu saturé, il s'agit de la vitesse réelle d'un flux, rapport de la perméabilité par le gradient hydraulique sur la porosité efficace ($\frac{K.I}{pe}$). Les mesures de perméabilité sont très fragmentaires et il serait vain d'essayer de synthétiser ces résultats. Les gradients hydrauliques sont par contre bien connus et l'on peut estimer la porosité efficace (15 à 20%). Des renseignements ponctuels nous ont permis de déterminer quelques vitesses. A titre indicatif, les vitesses exprimées en mètres par jour sont de:

- plus de 100 m/j dans des cas exceptionnels pour des poudingues très fissurés.
- 10 à 20 m/j pour des alluvions perméables
- quelques m/j pour des alluvions peu perméables
- inférieures à 1 m/j pour les poudingues en général

Ces vitesses de propagation sont extrêmement variables mais leur connaissance s'avère indispensable dans les zones de captage notamment afin de pouvoir établir des plans d'action en cas de pollution (connaissance des délais dont on dispose pour la mise en place de solutions provisoires de remplacement).

Des expériences de traçage pourraient également amener une connaissance plus exacte et moins théorique des vitesses d'écoulement et il semblerait qu'il s'agisse de la solution la mieux appropriée dans le cas présent étant donné la complexité et l'hétérogénéité des terrains (cf. coupes géologiques annexes 3, 4, 5, 6 et 7).

24 - La répartition des transmissivités

Ce sont les zones de hautes valeurs de transmissivité qui sont les secteurs privilégiés pour l'implantation des captages, mais c'est également dans ces zones qu'une pollution aura les conséquences les plus graves.

Le trop petit nombre de données et leur mauvaise répartition géographique n'a pas permis une figuration cartographique. La carte montre cependant la répartition des principaux points de sollicitation de la nappe.

25 - Les relations rivière - nappe

La plupart des captages importants sont implantés à proximité de la rivière et la connaissance des échanges rivière - nappe s'avère donc très importante au point de vue de la vulnérabilité de ces points de prélèvement.

Les débits soutirés proviennent directement de la nappe, mais une partie non négligeable peut également provenir de la rivière par filtration des eaux au travers de terrains plus ou moins perméables en fonction du degré de colmatage du lit (réalimentation induite).

Selon les relevés piézométriques au 1/50 000, la nappe semble drainée par la rivière dans la majeure partie de son cours d'eau mais l'échelle du document ne peut pas permettre de préciser les processus

d'échanges au niveau même des rives et dans les abords immédiats du lit. De plus, ces relations dépendant essentiellement du cours actuel et des méandres dont le tracé est fluctuant aussi serait-il nécessaire, à l'échelon du captage, de faire des relevés beaucoup plus précis pour établir les modalités de ces échanges.

Nous rappellerons donc simplement quelques données essentielles sur ces relations rivière - nappe.

Les échanges entre un horizon aquifère et une rivière dépendent à tout moment des charges hydrauliques respectives dans la rivière et dans la nappe. En un lieu donné ces charges peuvent évoluer naturellement ou artificiellement:

- Réversibilité naturelle des échanges:

Une rivière drainante en étiage peut, selon le degré de colmatage de son lit, alimenter en période de hautes eaux. Les échanges dépendent alors directement des fluctuations piézométriques naturelles de la nappe et du régime de la rivière.

- Réversibilité artificielle des échanges:

Un pompage important peut perturber les écoulements naturels et donc modifier les échanges; cependant ce phénomène tendant à s'annuler lors de l'arrêt du pompage ceci peut permettre de laisser s'écouler un flot pollué avant de reprendre le pompage sur le point menacé.

Une exploitation intensive de graviers peut également modifier les échanges, le décolmatage du lit et la diminution de l'épaisseur du réservoir pouvant provoquer des phénomènes irréversibles et une diminution de la capacité de l'aquifère.

Une connaissance précise de ces relations rivière - nappe dans les secteurs où s'opèrent des prélèvements importants, s'avère donc indispensable afin de pouvoir protéger le potentiel aquifère en général et les points de prélèvements actuels.

3 - CONCLUSION

L'examen des paramètres essentiels qui conditionnent le degré de la vulnérabilité à la pollution de la nappe permet de tirer des enseignements pour chacun des trois bassins de la moyenne Durance.

31 - Bassin de Sisteron à Château Arnoux

Etant donné la faible étendue de la nappe, le potentiel aquifère est très vulnérable à toute pollution provenant aussi bien de la Durance que d'un accident superficiel sur les alluvions. Aucun recouvrement important n'a été mis en évidence et, le gradient hydraulique étant élevé, les vitesses de propagation sont elles aussi importantes, ce qui augmente la gravité d'une pollution éventuelle.

32 - Bassin de Château Arnoux à Oraison

Les données sur le réservoir sont peu nombreuses, mais il ne semble pas qu'il existe de recouvrements importants dans ce secteur. La profondeur de la nappe est peu importante en bordure de la Durance où sont implantés la plupart des principaux captages, aussi les risques sont-ils élevés malgré les vitesses de propagation qui semblent être assez faibles. Bien que la nappe soit généralement drainée par la Durance, il faut souligner le rôle important que joue la localisation des captages par rapport aux méandres actifs de la Durance (cf. pollution du captage de Ganagobie ⁽¹⁾)

33 - Bassin Oraison - Saint Paul les Durance

- rive gauche:

La nappe étant souvent à moins de trois mètres de la surface du sol, l'aquifère est très vulnérable à toute pollution superficielle. Aucune couverture n'a été mise en évidence, mais le rôle de drainage de la Durance est important et accru par les alimentations provenant des poudingues de Valensole. En aval de Pontoise existe un secteur où la nappe est assez profonde et bien alimentée. Cette zone pourrait être intéressante au point de vue ressource en eau bien qu'il existe très peu de données sur la géométrie du réservoir et ses paramètres hydrauliques.

- rive droite:

Sur la majeure partie de l'étendue de la nappe, la surface piézométrique est à plus de trois mètres du sol; les recouvrements sont nombreux bien que leur extension reste à définir; les vitesses de propagation sont évaluées à une dizaine de mètres par jour. Tous ces paramètres caractérisent une zone à priori bien protégée, du moins d'une pollution de

(1) Rapport B.R.G.M. "Qualité des eaux du puits de pompage alimentant Ganagobie en eau potable" par G. DUROZOY Août 1971

surface. En fait, le problème est plus complexe quand on envisage les échanges rivière - nappe. Les chenaux fossiles de la Durance à remplissage fluvial drainent en effet un underflow important en relation plus ou moins directe avec l'écoulement libre actuel. La nappe reçoit une alimentation en provenance de la Durance qui peut s'avérer dangereuse en cas de contamination. De plus, le tracé des paléochenaux de la rivière est encore mal connu; il en est de même de leurs relations actuelles avec la rivière. Il s'agit donc d'une zone intéressante au point de vue ressources en eau mais dont la complexité entraîne la nécessité d'études poussées pour l'implantation de captages importants.

CHAPITRE 9

SITUATION ACTUELLE ET RISQUES DE POLLUTION

L'inventaire des sources réelles ou potentielles de pollution a été essentiellement basé sur une enquête menée auprès des municipalités et des services techniques. Cette enquête portait sur l'alimentation en eau potable, l'assainissement et les établissements à caractère industriel de la commune. Il n'entraîne pas en effet dans le cadre d'une telle étude d'établir un inventaire exhaustif.

1 - L'ASSAINISSEMENT URBAIN

Les renseignements recueillis auprès des municipalités ont été reportés dans des tableaux récapitulatifs (voir annexes 10, 11, 12 et 13). Des statistiques sommaires ont ensuite été dressées pour l'assainissement (annexe 14).

Il ressort de cette enquête que près de 80% de la population totale de la vallée de la moyenne Durance (91% de la population agglomérée) est desservie par un réseau d'assainissement mais ce pourcentage tombe à moins de 40% quand on envisage la population réellement reliée à une station d'épuration. En fait, la moitié de la population desservie par les réseaux d'assainissement est raccordée à une station d'épuration. Ceci met en évidence les risques permanents non négligeables de contamination de la Durance, réceptacle final de tous ces rejets.

Le rendement effectif des stations d'épuration n'a pas été pris en considération pour l'établissement des statistiques, ce qui aurait entraîné une très nette diminution de la population réellement desservie.

L'effort doit se poursuivre pour l'équipement de nouvelles communes, mais parallèlement un effort au moins aussi important devrait être consenti pour la maintenance des installations actuellement en service qui ne sont pas toujours utilisées rentablement.

En ce qui concerne l'élimination des déchets urbains de grandes améliorations sont encore nécessaires. On se contente encore bien souvent d'une incinération spontanée et d'un régalaage au bulldozer très irrégulier. Il convient cependant de noter la prise de conscience très nette de la plupart des municipalités et de nombreux projets sont à l'étude. L'exemple de l'usine de compostage de Manosque (capacité 40 t/j) devrait porter ses fruits.

2 - LES INDUSTRIES

Les industries de moyenne importance sont assez nombreuses et la nature ou le développement de certains établissements (distillerie, industries alimentaires, produits chimiques ...) nécessiterait un traitement ou du moins un prétraitement efficace des effluents avant raccordement éventuel aux stations d'épurations communales. Ce traitement est très rarement effectué, ce qui perturbe le fonctionnement correct des réseaux d'assainissement et contribue à la pollution croissante de la Durance qui sert de réceptacle final à tous ces rejets. Des industries chimiques importantes sont implantées en moyenne Durance et sont la source de contaminations accidentelles ou permanentes assez importantes. Il faut cependant noter que les rejets font l'objet d'études poussées de la part de certains industriels et le taux de pollution de ces industries aurait une tendance à diminuer bien qu'il reste encore élevé.

3 - L'AGRICULTURE (1)

L'analyse de la carte d'occupation du sol révèle les spécialisations assez marquées des différents points du terroir Durancien.

Manosque et les communes voisines recèlent d'importantes superficies de cultures spécialisées (cultures maraichères et fruitières).

Dans la partie sud de la vallée, les vergers occupent les terres hautes au pied des collines. Au Nord, au contraire on trouve des vergers sur les rives même de la Durance.

La partie centrale de la vallée, et plus spécialement au Nord et au Sud d'Oraison, est largement orientée vers la céréaliculture bien que les superficies légumières soient loin d'être négligeables.

Les superficies irriguées sont importantes, notamment dans la région de Manosque, ainsi qu'entre Oraison et l'Escale. L'importance non négligeable de l'irrigation dans l'alimentation de la nappe jointe aux effets des orages fréquents et irréguliers, spécifiques du climat méditerranéen, mettent en évidence le danger de contamination que représente

(1) renseignements recueillis auprès de la D.D.A. des Alpes de Haute Provence "Etude des zones agricoles et rurales : vallée de la Durance" Novembre 1969.

l'utilisation intensive d'engrais et pesticides qui peuvent être lessivés et entraînés vers la nappe. En ce qui concerne l'emploi des engrais chimiques on peut estimer, par hectare et par an, la fourniture de l'azote (sous forme de nitrates) à 100 à 120 kg, celle du phosphore (en P 205) à 60 à 100 kg, celle de la potasse (en K 20) à 200 à 600 kg.

La France est en tête des pays européens pour la consommation d'engrais azotés (1 200 000 tonnes par an) ⁽¹⁾. Ces engrais, du fait de leur mobilité ionique, sont conditionnés sous forme de granulés moins rapidement solubles dans les eaux d'irrigation.

(1) "Protection de la qualité des eaux et maîtrise de la pollution"
J.R. VAILLANT - Ed. EYROLLES - 1973. Collection du B.C.E.O.M.

CHAPITRE 10

TRAVAUX ULTERIEURS A ENVISAGER

Les renseignements dont nous disposons actuellement sur la moyenne vallée de la Durance sont très fragmentaires et il s'avèrerait très utile de compléter et d'actualiser ces données.

D'autre part, l'hétérogénéité même du réservoir rend aléatoire toute tentative d'extrapolation des données ponctuelles et tout secteur intéressé se présentera comme un cas d'espèce qu'il conviendra d'étudier en tant que tel.

Les interventions souhaitables sur la vallée alluviale de la moyenne Durance se situent donc à trois niveaux différents:

- 1°) le domaine alluvial en général
- 2°) les zones de captages actuelles ou futures
- 3°) les captages

1 - LE DOMAINE ALLUVIAL EN GENERAL

- Contrôle de la chimie des eaux:

Il devient de plus en plus indispensable de disposer d'un état "zéro" de référence de la nappe au point de vue hydrochimique et ceci sur toute son étendue. Nous avons examiné succinctement quelques uns des nombreux facteurs qui peuvent influencer la composition chimique des eaux et seule une image de base pourra servir à l'estimation des évolutions générales ou particulières.

Ceci permettrait de mieux définir la manifestation d'une pollution et donnerait le moyen de la différencier d'une évolution naturelle éventuelle. Cette image pourrait être obtenue à partir d'un réseau de points de prélèvements assez dense étant donné l'hétérogénéité du réservoir, ce maillage étant également fonction de l'extension latérale locale de la nappe.

La campagne de prélèvements devra être effectuée sur une très courte période et englobera également un échantillonnage des eaux de la Durance et de quelques sources de bordure représentatives de l'alimentation

latérale de la nappe. Les dosages porteront systématiquement sur les ions principaux et éventuellement, en fonction de problèmes plus locaux, sur certains éléments particuliers (hydrocarbures, organochlorés, nitrates). L'implantation judicieuse de piézomètres devrait venir en certains secteurs compléter ce réseau, par ailleurs essentiellement basé sur des ouvrages existants.

- contrôle piézométrique

Le contrôle piézométrique permet de suivre le comportement général de la nappe suivant les fluctuations saisonnières et se révèle un outil de travail intéressant pour l'étude de nombreux problèmes tel que l'extraction de matériaux en Durance. L'analyse des courbes piézométriques en bordure du lit vif de la rivière devra faire l'objet de soins particuliers afin de pouvoir préciser au mieux les modalités d'échange entre la Durance et la nappe alluviale.

- Inventaire systématique des sources de pollution

Un inventaire exhaustif des sources de pollution (localisation, nature et importance des rejets, étude qualitative et quantitative des polluants) pourrait compléter ces renseignements et permettrait d'orienter l'interprétation des données de la campagne générale de prélèvements.

2 - LES ZONES DE CAPTAGES ACTUELLES OU FUTURES

Etant donné la complexité de l'alluvionnement il ne peut être question de se limiter à l'étude ponctuelle du point de sollicitation; une connaissance approfondie du secteur environnant est indispensable, même dans le cas de captages actuellement en service pour lesquels il convient de préciser le degré de vulnérabilité à la pollution.

Rappelons tout d'abord succinctement les paramètres principaux permettant de définir une zone idéale de captage:

- bonne transmissivité du magasin amenant à rechercher les paléochenaux qui, à perméabilité comparable, présentent des épaisseurs mouillées plus importantes.

- protection de l'aquifère par recouvrement limoneux ou argileux ou, au moins, du fait de l'importance de l'épaisseur de la couche non saturée.
- rôle drainant de la rivière, la réversibilité des échanges rivière-nappe devant pouvoir être obtenue par arrêt des pompages afin de laisser passer une éventuelle contamination de la Durance.
- éloignement des zones industrialisées ou urbanisées sans assainissement collectif.
- bonne qualité générale de l'eau.

La connaissance de ces différents paramètres est actuellement très fragmentaire et ne peut nous amener à définir à priori de nouveaux secteurs favorables à l'implantation de captages.

Le document cartographique permet cependant une approche assez précise du problème bien que le petit nombre de données concernant les transmissivités ne nous ait pas permis de les faire figurer.

Le secteur favorable étant reconnu par rapport à ces différents facteurs, il convient ensuite d'en étudier plus précisément le comportement hydraulique. La connaissance de 2 paramètres essentiels s'avère indispensable:

- la vitesse de propagation:

L'étude de ce paramètre primordial de la vulnérabilité à la pollution peut se faire de différentes manières suivant les données dont on dispose.

Le processus classique consiste à évaluer les vitesses de propagation en fonction des paramètres hydrauliques (chap.8 §23 - la vitesse de propagation). Ceci nécessite cependant des estimations et approximations assez risquées dans un tel magasin aquifère.

La méthode d'étude par simulation sur modèle mathématique (programme du modèle type B.R.G.M. POPOF ⁽¹⁾) peut être préférée dans le cas où les

(1) POPOF : "Programmation sur ordinateur de la pollution par front"

valeurs des différents paramètres sont en nombre suffisant. Dans ce cas l'utilisation combinée d'un modèle simulant les écoulements en milieu poreux et les diffusions se révèle d'une extrême utilité: elle permet en effet de prévoir l'évolution d'une pollution et ses répercussions sur la nappe donc d'estimer l'opportunité de mettre en place un dispositif de sécurité pour la protection du champ de captage et le délai dont on dispose.

Une autre solution plus originale, et semble-t-il mieux adaptée au cas présent, est l'étude par traçage utilisant soit la fluorescéine et la détection au charbon actif soit les traceurs radio actifs. De telles expériences permettent de définir les vitesses réelles de propagation tout en intégrant l'anisotropie du réservoir (les phénomènes de fixation des différents traceurs suivant la nature géologique des terrains traversés sont actuellement bien connus).

- les modalités des échanges rivière - nappe

Ces relations sont caractérisées par le degré de colmatage du lit de la rivière et par les fluctuations limnigraphiques comparées rivière - nappe. L'observation de la variation du sens des échanges par arrêt du pompage est très utile car elle permet de laisser passer un flot pollué sans contaminer le champ de captage.

L'étude de ces échanges peut se faire grâce aux moyens évoqués pour l'évaluation des vitesses de propagation à savoir:

- étude classique des paramètres hydrauliques (piézométrie, transmissivités, évolutions limnigraphiques comparées rivière - nappe).
- simulation sur modèles mathématiques (programmes B.R.G.M HYGP 1 et HYGP 2).
- utilisation des traceurs: dans ce cas, la pollution sera simulée en Durance et l'on étudiera les modalités de propagation jusqu'au captage).

3 - LES CAPTAGES

Les travaux à prévoir au niveau même des captages portent sur trois points essentiels:

- les périmètres de protection

Tous les captages d'alimentation en eau potable doivent faire l'objet d'une étude du géologue officiel qui définit des périmètres de protection (immédiat, rapproché, éloigné); en fait pour la majorité des cas

seul le périmètre de protection immédiat a été défini et d'une manière assez sommaire (en général 20 m X 20 m). Ces limites devraient être revues en fonction de l'évolution du contexte urbain et industriel. La connaissance de l'aire d'extension du cône d'influence du pompage permet de bien définir les limites des périmètres de protection, limites très variables qui sont également liées à la vulnérabilité à la pollution du captage. Les servitudes ainsi définies devront être plus rigoureusement respectées dans l'intérêt général.

- piézomètres d'alerte:

Un ou plusieurs piézomètres situés à l'amont hydraulique du captage dans les limites du périmètre éloigné devraient permettre, par des prélèvements réguliers et des analyses systématiques, de déceler à temps l'arrivée d'une pollution et de décider l'arrêt du pompage avant contamination du puits. La surveillance peut être régulière ou n'intervenir que dans le cadre d'une pollution reconnue.

Les piézomètres pourraient également servir pour le pompage de l'eau polluée afin d'arrêter ou de limiter la contamination. Dans le même ordre d'idée, il serait également très utile de prévoir la possibilité de disposer d'ouvrages (existants ou à implanter) permettant l'injection d'eau superficielle non polluée pour refouler la pollution, l'efficacité de l'intervention dépendant en grande partie de la rapidité de mise en oeuvre des moyens d'action.

- solutions d'attente

En cas d'atteinte irrémédiable du captage ou d'arrêt du pompage pour traitement d'une pollution, des solutions d'attente devraient être prévues en fonction des ressources locales. Nous pouvons citer dans cet ordre d'idée:

. Les réservoirs tampons: il s'agit de réservoirs de grande capacité qui pourraient être inclus dans le circuit de distribution entre le puits de pompage et le réseau d'alimentation en eau. On disposerait ainsi d'une réserve d'eau potable constamment renouvelée et immédiatement disponible dans le cas où un arrêt brutal du pompage s'avèrerait nécessaire.

. Le raccordement éventuel à un ouvrage de dérivation; cette solution est naturellement conditionnée par la situation des canaux les plus proches. Il s'agirait de mettre en place l'infrastructure

nécessaire (canalisations et surtout installations de traitement d'eau du canal souvent beaucoup plus chargée que les eaux souterraines) permettant un raccordement rapide en cas d'arrêt de la station de pompage. Cette solution a l'avantage de pouvoir également fournir des ressources pour l'injection d'eau non polluée pour décontaminer le puits.

. L'utilisation d'anciens ouvrages rendus caducs par la mise en service de nouveaux captages. Il serait souhaitable que les anciens équipements soient conservés en parfait état de fonctionnement ce qui assurerait une solution de secours idéale.

. Inventaire des sources: le recensement et l'étude hydrogéologique et chimique, même succincte, des sources permet d'évaluer les ressources en eau potentielles de la commune. Ces sources, trop éloignées ou d'un débit trop modeste pour être captées rentablement, seront répertoriées voire même protégées.

Dans le cas d'un arrêt de pompage principal, la connaissance de ces ressources se révélera d'un précieux secours pour assurer provisoirement l'alimentation en eau.

Cette étude des ressources en eau peut d'ailleurs se concevoir à l'échelon départemental et être étendue notamment aux alluvions des principaux affluents de la Durance ou aux secteurs encore mal connus de la nappe alluviale principale.

CHAPITRE 11

CONCLUSIONS

La carte de vulnérabilité de la moyenne Durance met en évidence deux secteurs distincts:

- 1 - De Sisteron à Oraison, au Nord du confluent de l'Asse, le couloir alluvial reste étroit, la rivière draine en général la nappe qui n'est pas protégée. Les prélèvements pour l'alimentation en eau potable sont assez nombreux, mais de volume réduit. Dans ce secteur les sources potentielles de pollution sont importantes: un établissement industriel important (et un autre immédiatement à l'amont de Sisteron) et un feeder.

- 2 - A l'aval d'Oraison, la vallée s'élargit, les surfaces cultivées sont importantes. La rivière draine la nappe mais vis à vis de la sensibilité à la pollution. Les deux rives se présentent différemment: en rive gauche la nappe est à très faible profondeur et non protégée, les apports latéraux à partir des terrains encaissants ne sont pas négligeables. En rive droite, la présence de hautes terrasses bien développées fait que la nappe se trouve à plus grande profondeur sous le sol et est souvent protégée par une couverture argileuse.
Il n'existe pas par ailleurs de source de pollution potentielle importante. Les prélèvements pour alimentation en eau potable sont également nombreux mais de volume réduit.

D'une façon générale, la nappe des alluvions est donc très sensible à la pollution, elle est très sollicitée pour alimentation en eau potable, les points de prélèvements actuels étant assez bien répartis sur l'ensemble.

Aussi apparaît la nécessité:

- de bien définir les périmètres de protection des points de prélèvements et de faire respecter les prescriptions qui leur sont attachées.

- de bien connaître les caractéristiques de l'aquifère au voisinage de ces points (transmissivité, vitesse de la nappe, liaison nappe-rivière).
- de disposer d'un ou plusieurs piézomètres d'observation et de contrôle disposés suffisamment à l'amont des captages et pouvant permettre de déceler l'arrivée d'une pollution éventuelle et de mettre en place un système de protection (pompages de fixation ou solution de remplacement)
- de disposer de solutions de remplacement en cas de pollution grave.

B I B L I O G R A P H I E

- G. DUROZOY, CH. GLINTZBOECKEL (1968) - Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologiques du Sud-Est de la France - Fascicule 2: bassin de la moyenne Durance (rive gauche) - Ministère de l'agriculture - S.R.A.E. Provence Côte d'Azur, B.R.G.M. 68 SGL 108 PRC.

- G. DUROZOY, CH. GLINTZBOECKEL (1969) - Etude des ressources hydrologiques et hydrogéologiques du Sud-Est de la France - Fascicule 6: Bassin de la moyenne Durance (rive droite) - Ministère de l'agriculture - S.R.A.E. Provence Côte d'Azur, B.R.G.M. 69 SGL 013 PRC.

- M. ALBINET (1970) - Les cartes de vulnérabilité des nappes d'eau souterraine à la pollution, B.R.G.M. 70 SGN 325 HYD.

- G. DUROZOY, J. LAVIE (1973) - Carte de vulnérabilité à la pollution - Nappe alluviale de la basse Durance - B.R.G.M. 73 SGN 211 PRC.

- C.P. REDONDO (1973) - Contribution à l'étude des formations quaternaires et des paléosols des vallées de la Durance et de la Bléone - Thèse Marseille Université de Provence 1973.

C A R T E S U T I L I S E E S

- Carte géologique de la France au 1/50 000, feuilles: Manosque, Tavernes, Reillanne, Pertuis.

- Carte géologique de la France au 1/80 000, feuilles: Le Buis, Digne, Forcalquier, Castellane.

O R G A N I S M E S C O N S U L T E S

- E.D.F. Région d'équipement hydraulique Alpes Sud

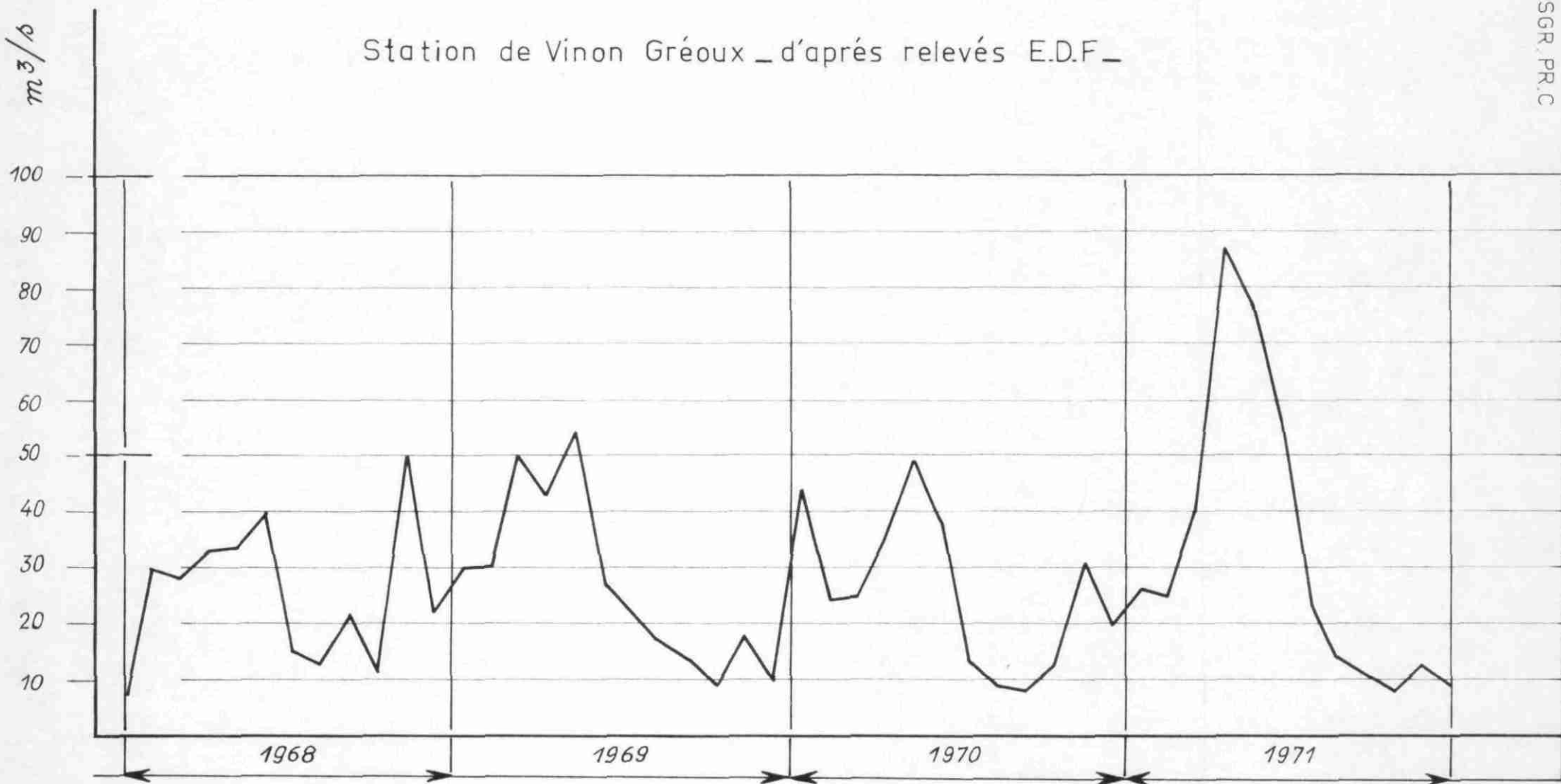
- C.E.R.I.C. Relevés limnigraphiques sur le réseau d'observation de la nappe alluviale de la moyenne Durance effectués pour E.D.F.

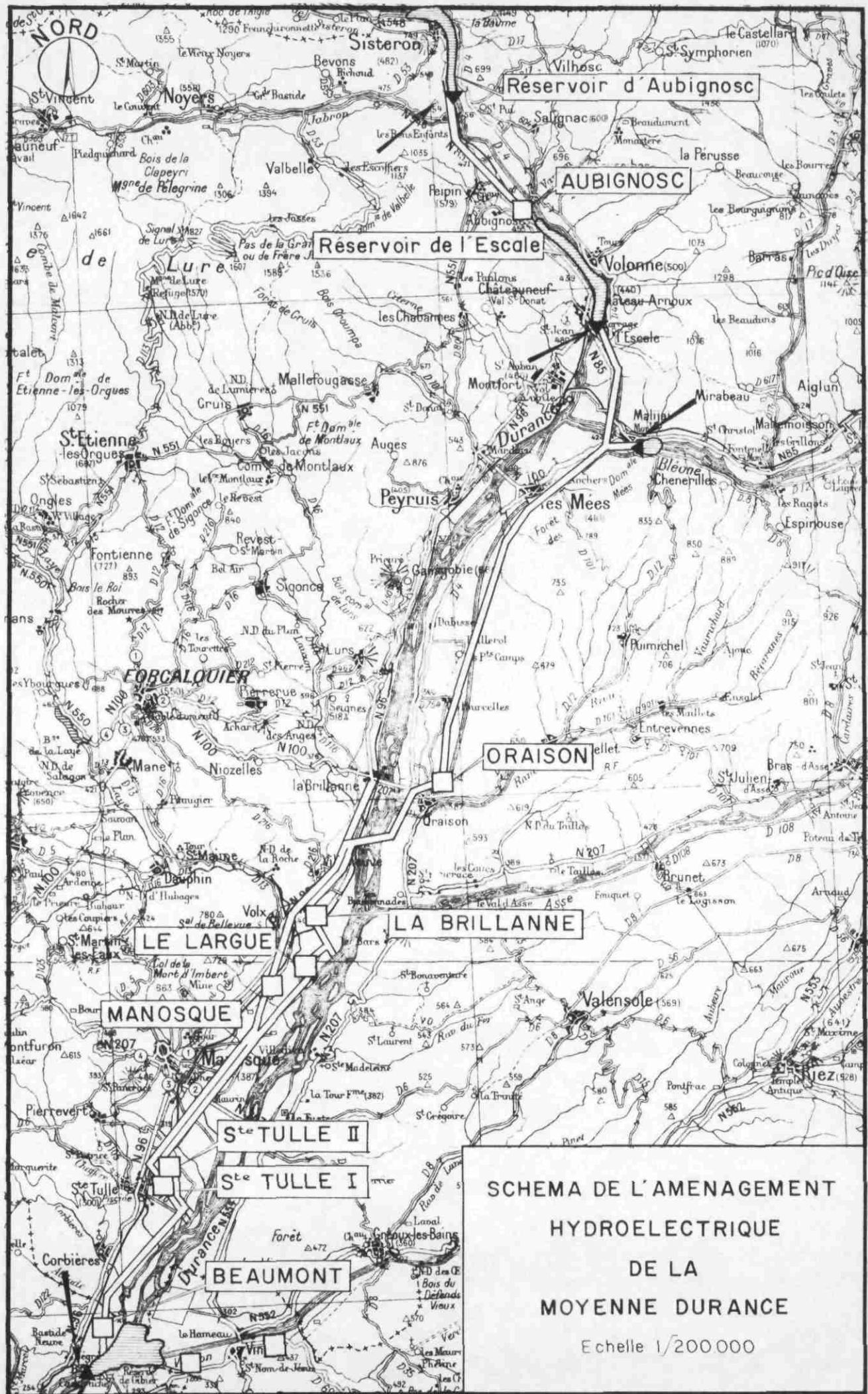
- Direction départementale de l'agriculture - Digne

- S.R.A.E.

DEBITS MOYENS MENSUELS DU VERDON

Station de Vinon Gréoux _ d'après relevés E.D.F._





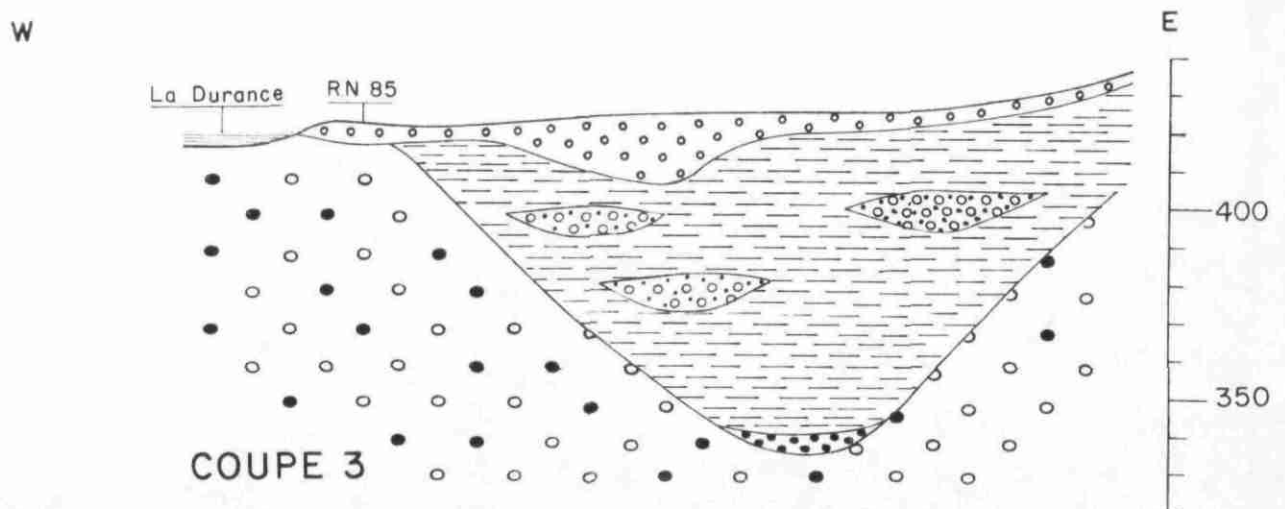
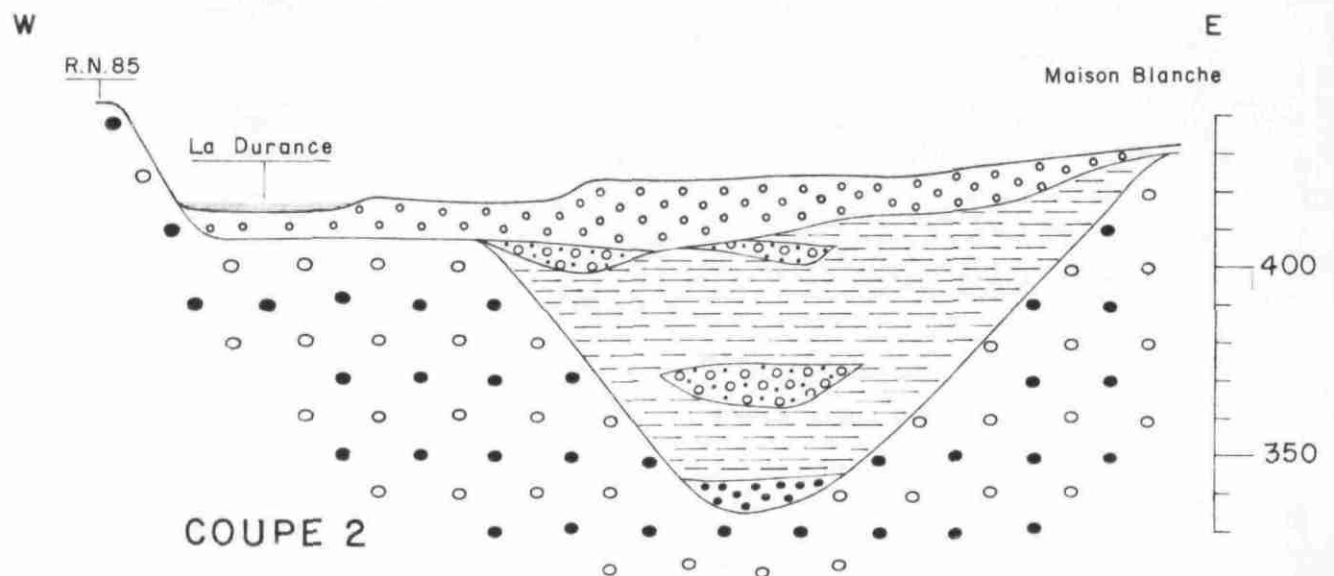
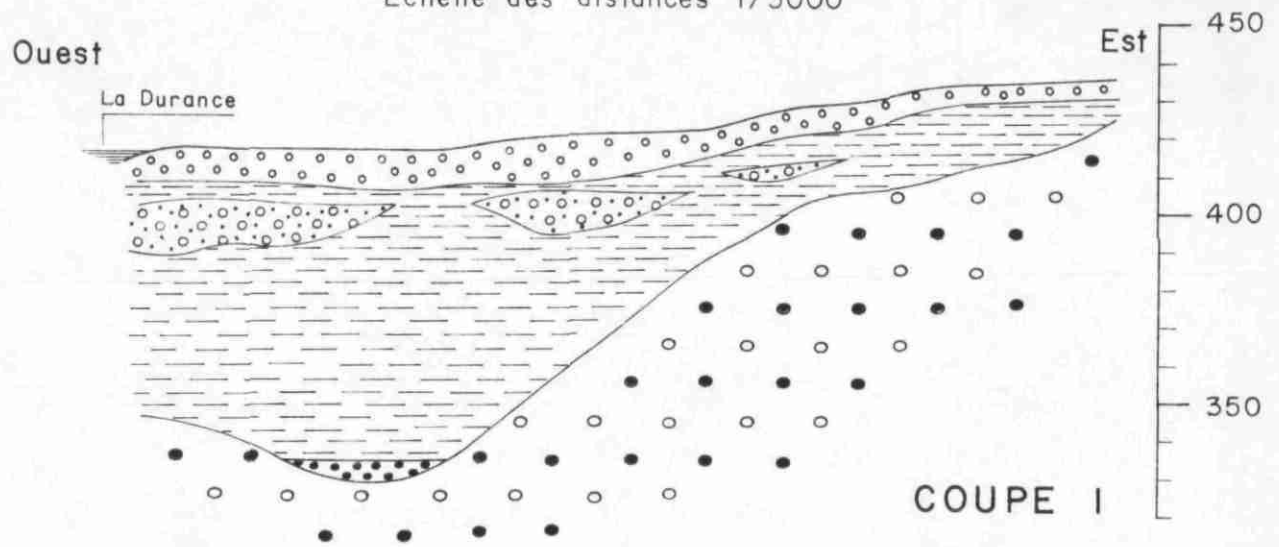
**SCHEMA DE L'AMENAGEMENT
HYDROELECTRIQUE
DE LA
MOYENNE DURANCE**

Echelle 1/200 000

Vallée alluviale de la Moyenne Durance

COUPES GEOLOGIQUES : secteur de CHATEAU ARNOUX

Echelle des distances 1/5000

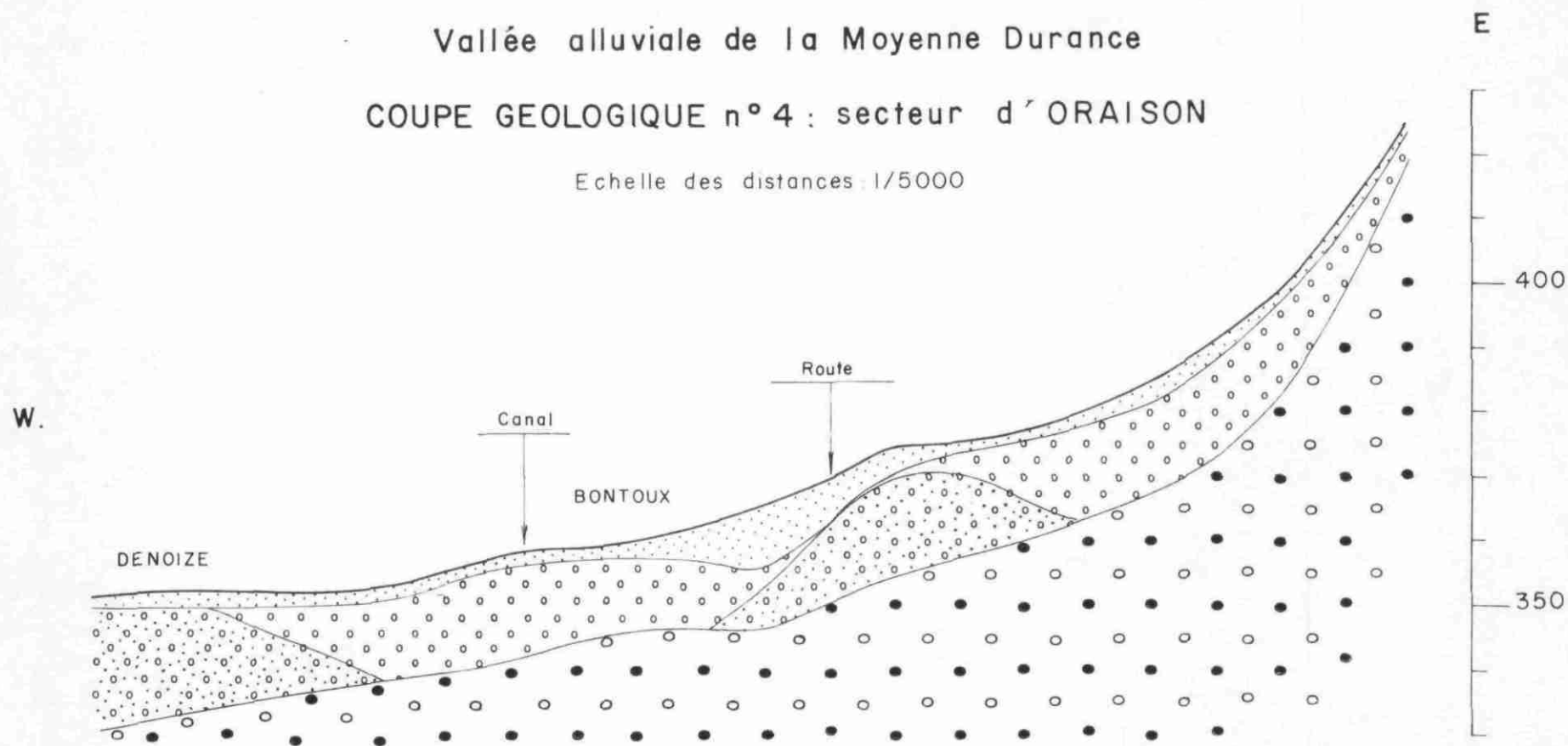






- | | |
|--|-------------------------|
| | Alluvions |
| | Alluvions consolidées |
| | Marnes |
| | Cailloux de fond de lit |
| | Formation de Valensole |

d'après Documents EDF
Dossier BRGM 963-3-6

Vallée alluviale de la Moyenne Durance
 COUPE GEOLOGIQUE n° 4 : secteur d'ORAISON

Echelle des distances : 1/5000

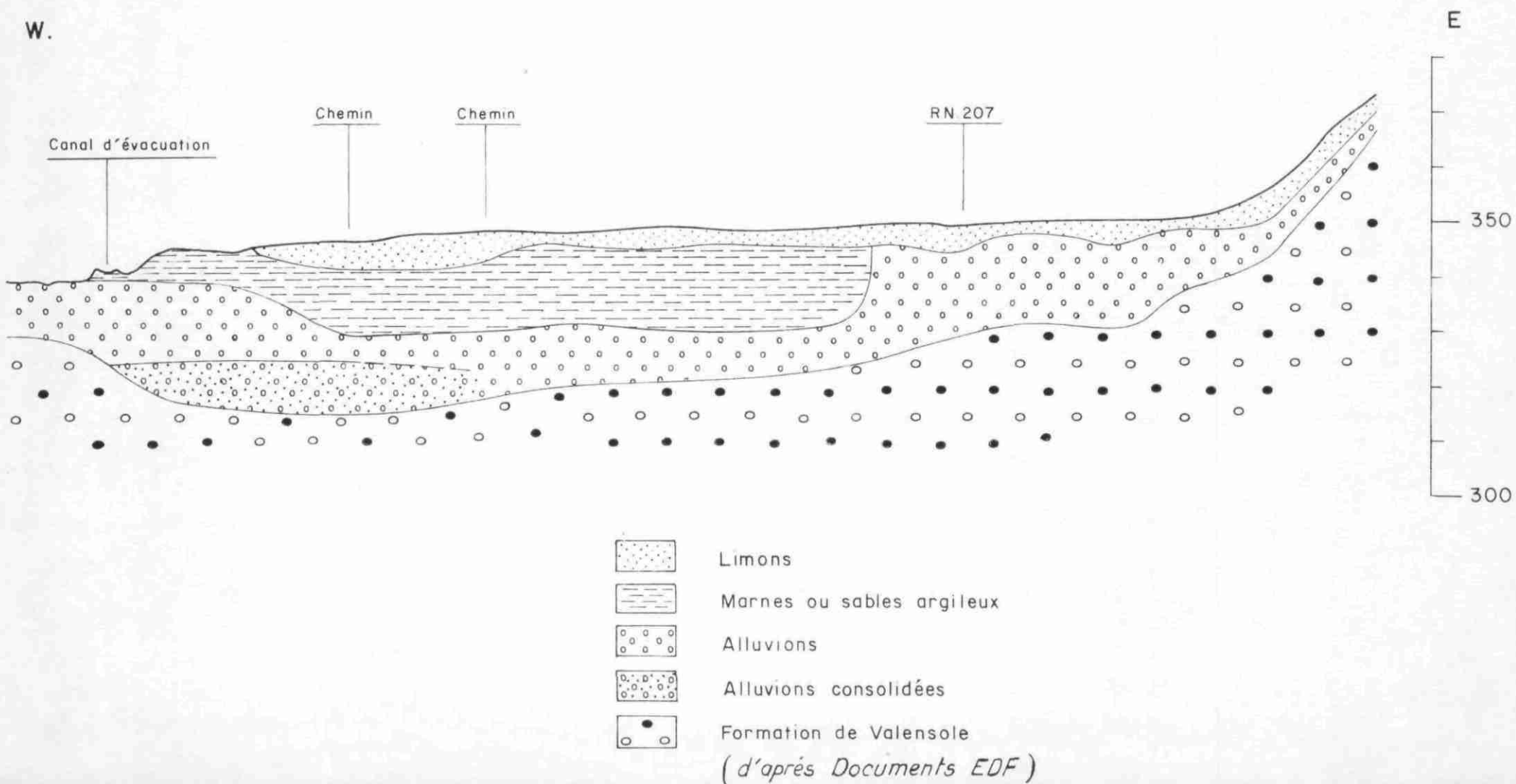


-  Limons
-  Alluvions
-  Alluvions consolidées
-  Formations de Valensole

(d'après Documents E.D.F)

Vallee alluviale de la Moyenne Durance
 COUPE GEOLOGIQUE n°5 : secteur d'ORAISSON

Echelle des distances 1/5.000

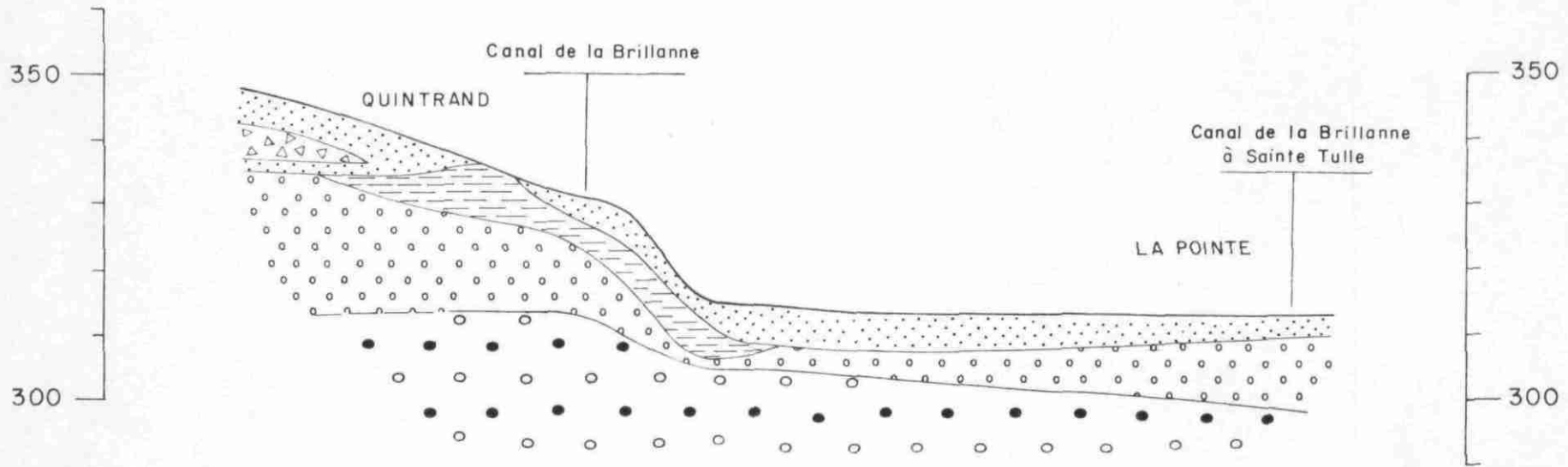







Vallée alluviale de la Moyenne Durance
 COUPE GEOLOGIQUE n° 6 : secteur de VOLX

Echelle des distances 1/10000

N.W.

S.E.



- | | |
|---|------------------------|
|  | Limons |
|  | Alluvions |
|  | Argiles |
|  | Eboulis |
|  | Formation de Valensole |

Vallée alluviale de la Moyenne Durance

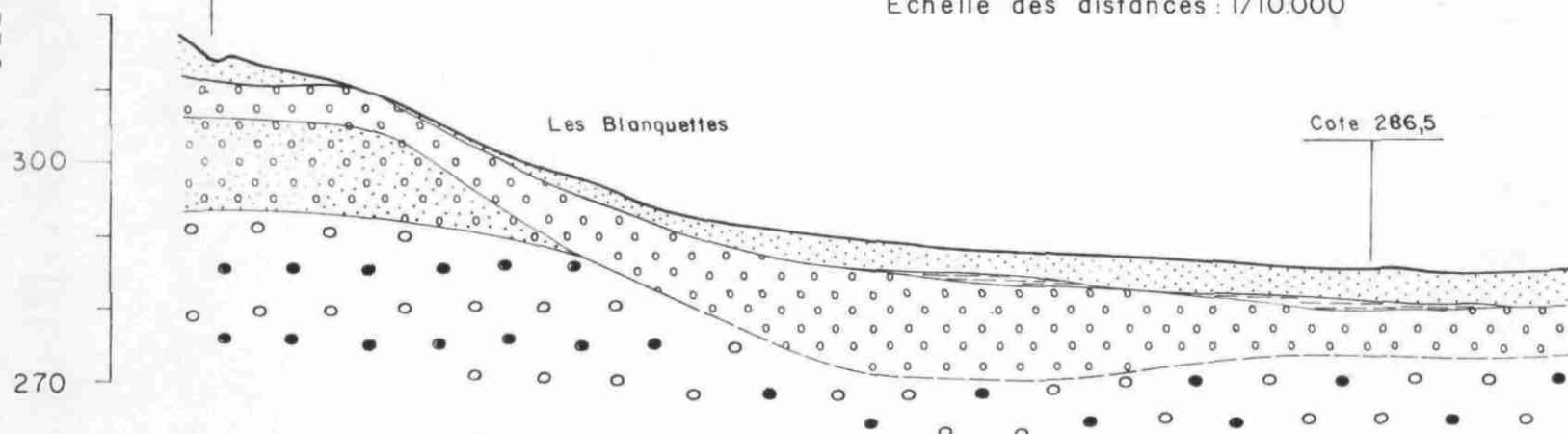
COUPES GEOLOGIQUES n° 7 et 8 : secteur de S^{te} TULLE

Echelle des distances : 1/10.000

74 SGN 257 PRC

N.W.

Canal de la Brillanne



S.E.






COUPE 7

N.W.

Canal de la Brillanne

Usine électrique mixte de Sainte Tulle



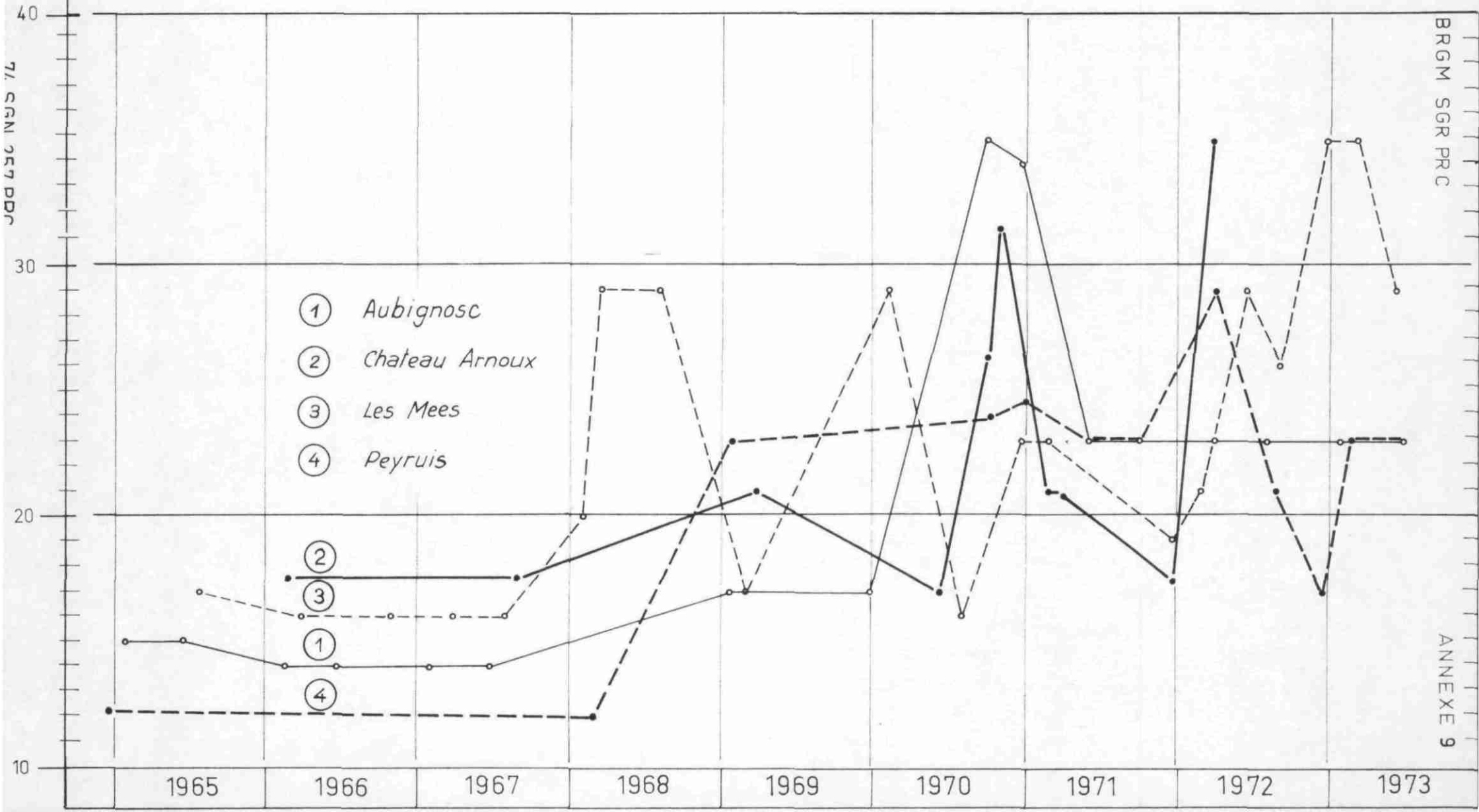
-  Limons
-  Argiles
-  Alluvions
-  Alluvions consolidées
-  Formations de Valensole

S.E.

COUPE 8

mg/L

EVOLUTION DU TAUX DES CHLORURES — CAPTAGES AEP —



BRGM SGR PRC

ANNEXE 9

74 SGN 257 PRC

ALIMENTATION EN EAU POTABLE

COMMUNES	POPULATION		DEBIT m ³ /j	MODE DE TRAITEMENT	POPULATION DESSERVIE	ORIGINE	OBSERVATIONS
	TOTALE	AGGL.					
SYSTÉRON	7 200	6 400	2 000	chloration	7 000	nappe alluviale Durance	ancienne station du Buech abandonnée récemment (pollution)
PEIPIN	520	480	220	non traitée (*)	510	nappe alluviale Durance	(*) traitement prévu
AUBIGNOSC	260	230	35	non traitée	250(*)	nappe alluviale Durance forage (pour le Forest)	(*) population desservie: Aubignosc, le Forest et en partie Château neuf Val Saint Donat
VOLONNE	1 200	900	250	non traitée	1 200	2 sources	appoint en juillet - Août fourni par pompage dans la nappe
L'ESCALE	650	600	60	non traitée	650	nappe alluviale Durance sources	
CHATEAU ARNOUX	2 500	2 500	hiver 800 été 1 000	non traitée	2 500	nappe alluviale Durance sources	en raison de l'individualisation bien marquée de Saint Auban nous avons traité séparément les 2 ensembles bien qu'il s'agisse de la même commune urbaine.
SAINTE AUBAN	2 500	(*) 1 000	(1) 15 000 (2) 6 500	filtration chlore	(1) usine (2) cité	nappe alluviale Durance	(*) population de la cité ouvrière de Saint Auban (1 000). La population totale (2 500) étant l'effectif de l'usine. L'usine est également alimentée par le canal de Manosque
MALMAI	1 500	1 450	été 480 hiver 360	non traité	1 450	nappe alluviale de la Bléone	une nouvelle alimentation est envisagée à partir d'une source pour remplacer le pompage trop onéreux.
LES NÉES	2 200	2 100	630	non traitée	2 100	nappe alluviale Durance	population desservie: Les Nées et hameau de Dabisse. Pompage local pour le hameau de Pourcelles.
PEYRUIS	1 900	1 700	400	non traitée	1 800	nappe alluviale Durance sources	alimente également Ganagobiè (16 000 m ³ /an)
LURS	305	105	40	chlore	300	source	débit de la source: 20 m ³ /j en été d'où complément nappe alluviale Durance.
LA BRILLANNE	690	450	120	non traitée	690	nappe alluviale Durance source	puits en relation avec canal d'irrigation.
CRAISON	3 000	2 600	1 200	chlore gazeux	3 000	nappe alluviale ASSE (1) nappe alluviale Durance (2)	(1) 800 m ³ /j (dont 200 m ³ /j pour industrie photo) (2) 200 m ³ /j
VILLENEUVE	1 200	400	150	non traitée	1 000	nappe alluviale Durance source	

74 SGN 257 PRC

ALIMENTATION EN EAU POTABLE

COMMUNES	POPULATION		DEBIT m ³ /j	MODE DE TRAITEMENT	POPULATION DESSERVIE	ORIGINE	OBSERVATIONS
	TOTALE	ACGL.					
VOLX	2 400	2 100	550	non traitée	2 300	nappe alluviale du Largue	
MANOSQUE	21 000	19 500	été 7500 hiv. 5500	chlore gazeux	21 000	nappe alluviale Durance (1) source (2)	(1) 90% alimente également Pierrevert (2) 10%
PIERREVERT	1 100	600					alimenté par Manosque
SAINTE TULLE	3 000	2 500	650	non traitée	2 800	nappe alluviale Durance source	
CORBIERES	550	500	100	non traitée	500	nappe alluviale Durance source	25% source 75% nappe alluviale
GREDOUX	1 350	1 250	900	non traitée	1 250	source nappe profonde	en 8 mois de cure 18 000 personnes en supplément.
VINON SUR VERDON	2 000	1 900	495	chlore liquide	1 900	nappe alluviale Verdon	raccordement envisagé sur réserve usine E D F
SAINTE PAUL LEZ DURANCE	500	300	—	non traitée	450	source	
CADARACHE	(1) 3 500	(2) 2 000	11 000	décantation chloration	tous be- soins con- fondus	canal EDP	en raison de l'individualisation bien marquée du centre de Cadarache, il a été envisagé séparément bien qu'il soit situé sur la commune de Saint Paul lez Durance (1) effectif du centre - (2) personnel CEA (seuls 300 personnes résident à la cité)

74 SGN 257 PRC

RESEAU D'ASSAINISSEMENT						STATION D'EPURATION				
COMMUNES	TYPE	ANNEE DE REALISATION	FONCTIONNEMENT	POPULATION RACCORDEE	OBSERVATIONS	ANNEE DE REALISATION	FONCTIONNEMENT	CAPACITE DE TRAITEMENT	POPULATION RACCORDEE	OBSERVATIONS
VOLX	séparatif	1962-1968	passable	2 100	réseau pseudo séparatif	1966	mauvais	2 500	2 100	mauvais état d'entretien
MANOSQUE	séparatif	1929-1962	bon	15 000	en cours d'achèvement (ancien réseau unitaire)	1962-1963	bon	9 000	17 000	seule une partie de l'effluent (1/2) est traitée
PIERREVERT	pseudo-séparatif			600						en projet
SAINTE TULLE	unitaire		bon	2 800	travaux en cours (réseau séparatif)	1973	pas en service	3 000		extension possible à 5 000
CCRSIERES	séparatif	1966	bon	500	extension prévue	1966	très bon	600	500	une deuxième station de 200 h va être remise en service
GREOUX LES BAINS	séparatif	1963-1971	moyen	1 250	pseudo séparatif	1970	moyen	3 000	1 250	auxquels il convient d'ajouter 2 250 h par mois pendant les 8 mois de cure
VINCY SUR TRION	séparatif	1963	moyen	1 900	extension prévue					en projet pour fin 1973
St PAUL LEZ DURANCE	séparatif	1960	bon	300	extension prévue lotissements	1960	moyen	1 500	300	décanteurs vidangés une fois par an.
CADARACHE	spécialisé (1)	1961	très bon	3 500	(1) 3 réseaux de collecte (eaux pluviales, vannes et industrielles)	1961	très bon	(1) 200 (2) 3000 (3) 300	3 500	3 stations: (1) maison d'hotes (2) centre d'étude (3) cité

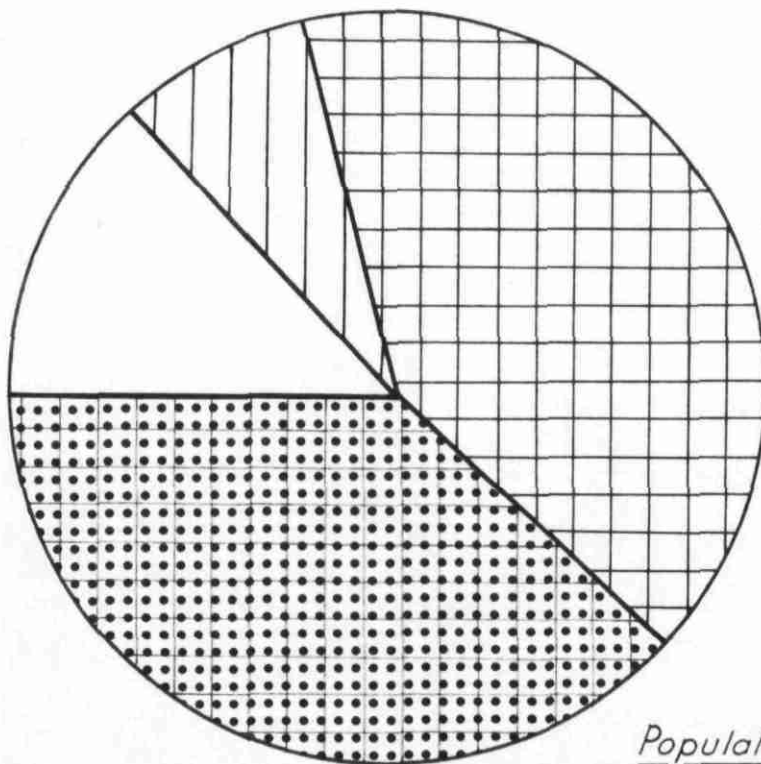
74 SGN 257 PRC

RESEAU D'ASSAINISSEMENT						STATION D'EPURATION				
COMMUNES	TYPE	ANNEE DE REALISATION	FONCTIONNEMENT	POPULATION RACCORDEE	OBSERVATIONS	ANNEE DE REALISATION	FONCTIONNEMENT	CAPACITE DE TRAITEMENT	POPULATION RACCORDEE	OBSERVATIONS
SISTERON	unitaire	1932-1956	bon	6 000	unification prévue des différents rejets					en projet pour 1975
PEIPIN	séparatif	1964	bon	520	extension prévue lotissements	en projet				groupement envisagé avec Aubignosc
AUBIGNOSC	unitaire			200						
VOLONNE	séparatif	1960	bon	900	extension prévue					en projet avec l'Escale Château-Arnoux
L'ESCALE	séparatif	1959	bon	600	extension prévue					en projet avec Volonne Château-Arnoux
CHATEAU ARNOUX	séparatif	1929	moyen	2 500	extension prévue					en projet avec l'Escale et Volonne pour l'instant raccordement à la station d'épuration de Saint Auban.
SAINTE AUBAN	unitaire	1918-1970	bon	2 500	réseau identique pour effluents urbains et industriels		bon	1 750 m ³ /h		traitement unique pour effluents industriels et urbains (Saint Auban et Château-Arnoux)
MALIJAI	séparatif	1958-1972	bon	1 450		1972	bon	2 500	1 450	
LES MEES	séparatif	1958	bon	1 800	Dabisse n'est pas desservie	1973	bon	4 000	1 800	
PEYRUIS	séparatif	1953	bon	1 700						simple bassin de décantation avec système de brassage
LERS	séparatif	1957	bon	150		1972-1973	bon	600	150	300 en été
LA BRILLANNE	séparatif	1957	mauvais	400	pseudo-séparatif					en projet pour 1974
ORAISSON	unitaire	1956-1960	bon	2 700	faible partie séparatif	prévue pour 1974	pas en service	2 700		extension prévue à 3 500
WILLENEUVE	séparatif	1964-1967	bon	1 000	extension prévue	1968	mauvais	1 500	900	

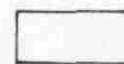
DONNEES GENERALES SUR L'ASSAINISSEMENT COLLECTIF

DE LA MOYENNE VALLEE DE LA DURANCE

<i>Population totale du domaine d'étude</i>	57825 h	100 %		
<i>Population agglomérée</i>	49865 h	86,23 %	100 %	
<i>Population desservie par un reseau d'assainissement</i>	45670 h	78,97 %	91,58%	100 %
<i>Population desservie par une station d'épuration</i>	23550 h	40,72 %	47,2 %	51,56 %



Population :



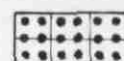
Totale



Agglomérée

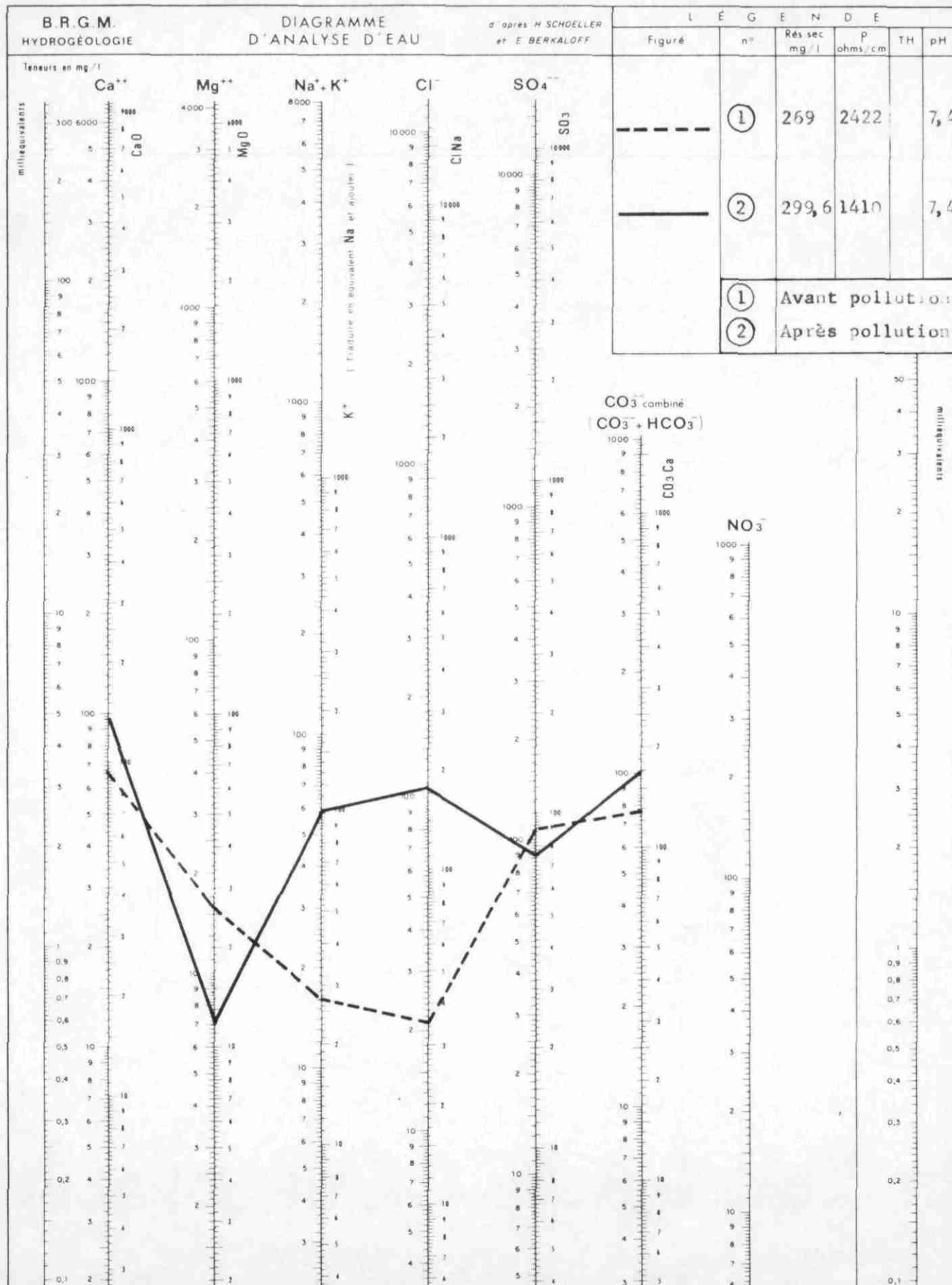


Avec reseau d'assainissement



Avec station d'épuration

EVOLUTION DE LA COMPOSITION CHIMIQUE D'UNE EAU SOUS L'INFLUENCE D'UNE POLLUTION INDUSTRIELLE



CARTE DE VULNERABILITÉ À LA POLLUTION NAPPE ALLUVIALE DE LA MOYENNE DURANCE

ECHELLE 1/50.000

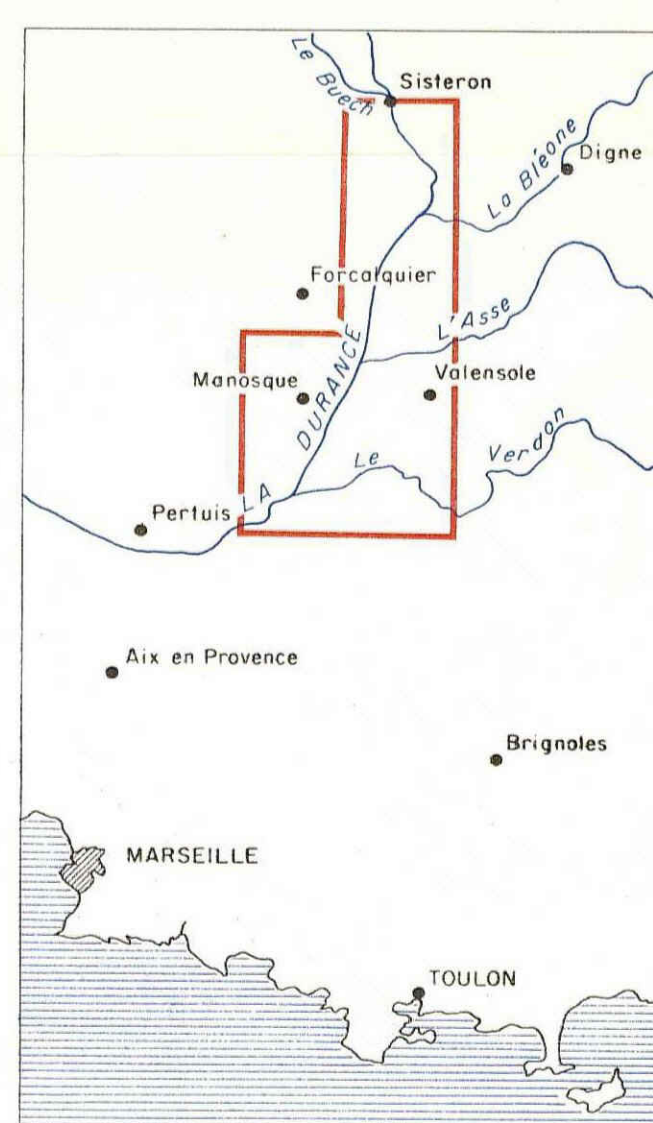
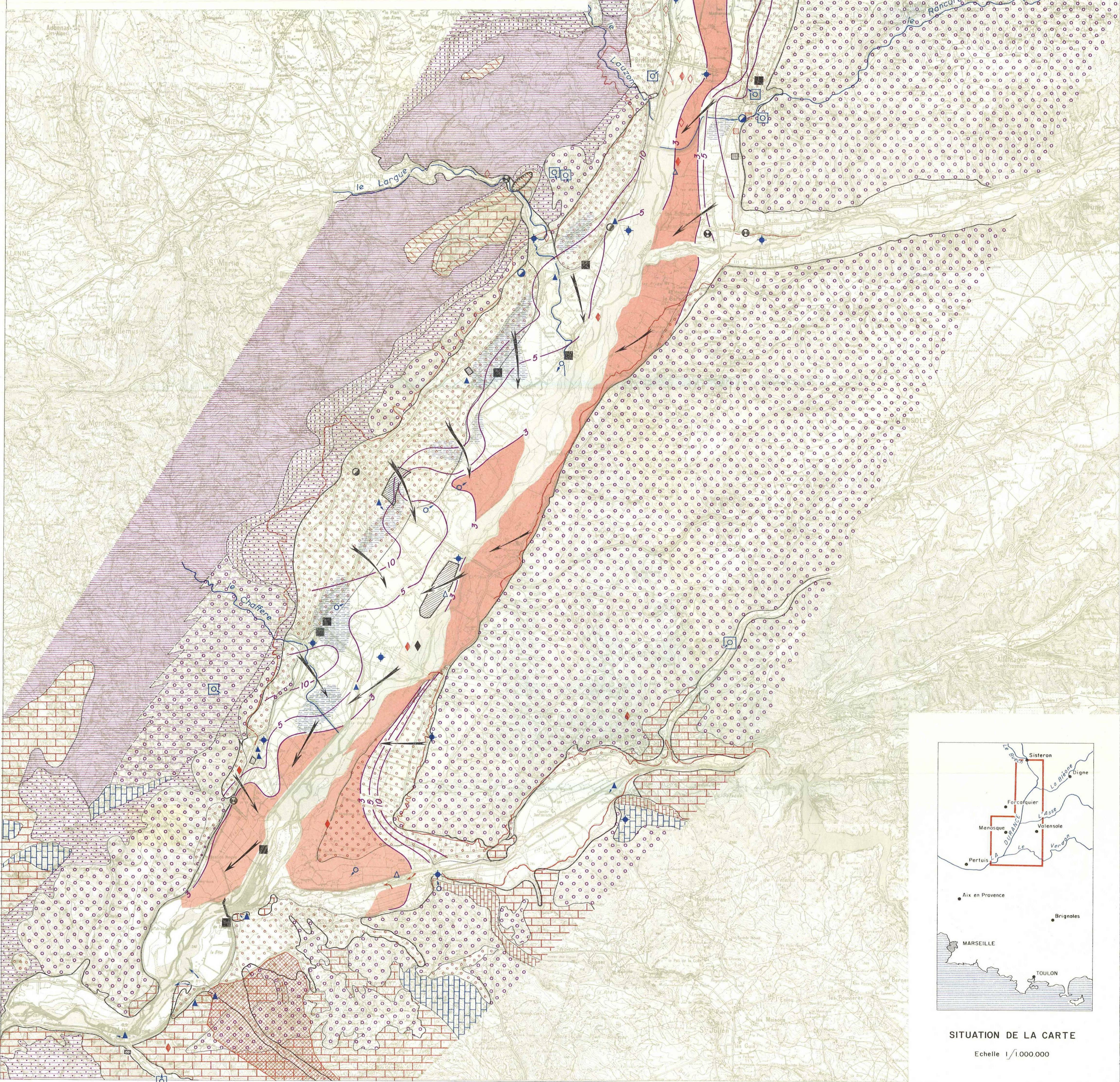
SOURCES REELLES OU POTENTIELLES DE POLLUTION

- | | | | |
|--|--|--|--|
| | Décharge municipale | | Coopérative viticole |
| | Décharge sauvage | | Coopérative de fruits et légumes |
| | Usine de traitement d'ordures ménagères | | Élevage important |
| | Station d'épuration des eaux usées | | Industrie alimentaire (conserveries, plats cuisinés) |
| | Station d'épuration des eaux usées en projet | | Usine de produits chimiques |
| | Point de rejet des eaux usées non traitées | | Industries diverses, Zones industrielles |
| | Point de rejet des eaux usées traitées | | Carrière |
| | Canal d'irrigation | | Feeder |
| | Usine hydro-électrique | | |
| | Barrage | | |

HYDROLOGIE

- | | |
|--|---|
| | Zone où la nappe se situe à moins de 3 mètres de la surface du sol. Secteur excessivement vulnérable en raison de l'épaisseur réduite de la couche non saturée dont le rôle de filtre est ainsi restreint. |
| | Zone où la nappe se situe à plus de 3 mètres de la surface du sol. L'aquifère est d'autant mieux protégé que la hauteur du recouvrement est importante. |
| | Recouvrement argileux (supérieur à 2 mètres) ou limoneux (supérieur à 5 mètres). Zone généralement bien protégée d'une pollution superficielle. La nappe peut localement se trouver en charge sous ces recouvrements, la protection de l'aquifère est alors accrue. |
| | Courbe isobathe de la surface piézométrique en période de hautes eaux (Avril 1967). |
| | Sens de propagation d'une pollution éventuelle (direction d'écoulement principale des eaux souterraines). |
| | Source |
| | Source captée pour l'alimentation en eau potable |
| | Captage d'alimentation en eau potable avec périmètre de protection |

Carte dressée en 1973 par M.M. G. Durozoy et J. Lavie



CLASSEMENT DES TERRAINS EN FONCTION DE LEUR VULNERABILITÉ À LA POLLUTION

- | | | |
|--|---|--|
| | 1 | Terrains d'origine alluviale très perméables. Nappes généralement libres et très vulnérables à la pollution. |
| | 2 | Terrains à perméabilité de fissures dans lesquels la pollution se propage très rapidement. |
| | 3 | Terrains lithologiquement hétérogènes dans lesquels la pollution se propage très lentement. |
| | 4 | Terrains peu ou très peu perméables. Vulnérabilité à la pollution généralement faible. |

STRATIGRAPHIE

- | | | |
|--|--------------------|------------------|
| | ALLUVIONS RÉCENTES | |
| | TERRASSES | |
| | H | MIO-PLIOCÈNE |
| | m2a | HELVÉTIEN |
| | m1b | BURDIGALIEN |
| | g3b | OLIGOCÈNE SUP. |
| | g3c | |
| | g2c | |
| | g2b | |
| | g2a | OLIGOCÈNE INF. |
| | g1b | |
| | g1a | |
| | c12 | CENOMANIEN |
| | n7 | ALBIEN |
| | n6 | APTIEN SUPÉRIEUR |
| | n5 | APTIEN INFÉRIEUR |
| | n4 | BARREMIEN |
| | n3 | HAUTERIVIEN |
| | n2 | VALANGINIEN |
| | n13,9 | BERRIASIEN |
| | n12,8 | KIMMERIDIEN |
| | j15 | BAJOÏCIEN |
| | j14 | OXFORDIEN |
| | i12 | HETTANGIEN |

LITHOLOGIE

- | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------------------|--|---------------------|---------------|-----------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|-----------|-----------|
| Sables, grès et marnes | Molasse calcaire et marnes | Calcaires gris
Marnes colorées à lignite
Calcaires clairs
Marnes à lignite et grès en plaquettes
Calcaires en plaquettes supérieures
Marnes et gypse
Calcaires en plaquettes inférieurs et gypse | Grès verts argileux | Marnes noires | Calcaires | Calcaires marneux | Calcaires, calcaires marneux, marnes | Marno-calcaires | Calcaires, calcaires marneux, marnes | Calcaires massifs | Marnes noires schisteuses | Calcaires | Calcaires |
|------------------------|----------------------------|--|---------------------|---------------|-----------|-------------------|--------------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|---------------------------|-----------|-----------|

FORMATIONS RÉGIONALES

- | | | | | | | |
|------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| Poudingues de Valaisse | Calcaires de Relliane | Marnes de Viens | Calcaires de Vachères | Marnes de Manosque | Calcaires de Maffreton | Gypse de la Mort d'Imbert |
|------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|

HYDROGÉOLOGIE

- Alluvions récentes et anciennes (basses terres). Matériaux grossiers, cailloutis fins, sables. Localement présence d'un recouvrement de limons plus ou moins argileux. Perméabilités fortes dans l'ensemble. Ressources en eau abondantes. Principale nappe d'alluvions généralement soutenue par la Duranc.
- Éboulis, cônes de déjection et alluvions anciennes formant un système complexe de terrasses. Galets, graviers et sables avec présence de loess et de recouvrements argileux locaux. Perméabilités très variables, généralement médiocres, nappes à gradients élevés drainées par la nappe des alluvions récentes.
- Formation détritico complexe dite de Valaisse (conglomérats, poudingues, localement calcaires locustres et marnes ou argiles. Terrains aquifères dans l'ensemble et de perméabilité faible où le développement des intercalations argileuses peut introduire un compartimentage de la nappe.
- Formation hétérogène (sable, grès, marnes) à dominante argileuse. Nappes très localisées et peu importantes.
- Formation à dominante gréseuse (molasse miocène), argiles développées, surtout à la base. Nappe peu importante dans les formations molassiques, poreuses et fissurées.
- À l'Ouest formation très épaisse (plus de 500 m) comportant des alternances de calcaires et de marnes. Chaque ensemble calcaire constitue un réservoir aquifère indépendant alimentant des émergences importantes pour être utilisées pour l'alimentation en eau et l'irrigation.
- À l'Est formations détritico hétérogènes (conglomérat et argile). Nappes localisées et peu importantes.
- Château Arnaud et Salignac, calcaires très argileux sauf les niveaux supérieurs plus calcaires. Formation très peu perméable.
- Formation perméable mais porosité très faible (grès argileux).
- Ressources en eau essentiellement superficielles et locales.
- Série calcaire épaisse (plus de 300 m) constituant plus à l'Ouest l'essentiel du système karstique alimentant la Fontaine de Vaucluse.
- Au Nord, calcaire marneux épais (300 m) appartenant plus à l'Ouest à l'appareil karstique des Monts de Vaucluse. Au Sud, alternances de calcaires, de calcaires marneux et de marnes donnant lieu à des circulations de type karstique.
- Au Nord (Vallée de Jébron) marnes calcaires très peu perméables. A Sisteron, Marno-calcaires. Au Sud alternance de calcaires, de calcaires marneux et de marnes (plus de 150 m) donnant lieu à des circulations de type karstique.
- Calcaires massifs épais (plus de 500 m). Nappes étendues de type karstique.
- Au Nord de Sisteron marnes schisteuses très épaisses (1000 m) "Terres noires" du bassin de Lorgne, le Poët.
- Au Sud-Est (Vivon sur Verdun) calcaires. A Vivon sur Verdun. Nappes de type karstique.

NORD SUD