

79. SGN. 195. LRO

JR

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE  
Service de l'industrie et des mines  
Région Languedoc-Roussillon



Service géologique régional  
Languedoc - Roussillon

79. SGN. 195. LRO

# atlas des eaux souterraines **AUDE**

## AVANT-PROPOS

Pour satisfaire aux besoins d'informations que les divers responsables d'aménagements hydrauliques ainsi que de nombreux utilisateurs d'eau, agriculteurs ou industriels, expriment de plus en plus souvent - et spécialement depuis la sécheresse de l'année 1976 dont les effets ont été gravement ressentis en de nombreuses régions du territoire national - il importe de rassembler et de présenter sous une forme concise et pratique tout ce qui peut être utile pour apprécier au plus juste les possibilités et limites permises à l'exploitation des eaux souterraines d'une région.

L'atlas des eaux souterraines du département de l'Aude a été élaboré pour tenter de répondre à un tel objectif. Entrepris à la demande du Service de l'Industrie et des Mines de la région Languedoc-Roussillon, il a été réalisé par le Service géologique régional Languedoc-Roussillon du Bureau de recherches géologiques et minières sur les crédits alloués à cet organisme par le ministère de l'Industrie pour la conduite de l'opération «Évaluation des ressources hydrauliques» du territoire.

Le déroulement de l'étude a été grandement facilité grâce aux documents et informations aimablement communiqués par les administrations et organismes consultés. Il convient de remercier à cet égard pour leur concours : les municipalités de l'Aude, les divers services administratifs du département (Agriculture, Équipement, Mines), le Service régional d'aménagement des eaux, et divers autres informateurs : Institut Bouisson-Bertrand de Montpellier, entreprises de sondages, sociétés de gestion des eaux, etc... Nous nous devons de citer tout spécialement pour leur aide Messieurs P. BEZIAT, M. COURTY, E. VALES, P. FORTUNET et R. MARTIN, de la Direction départementale de l'Agriculture de l'Aude, qui ont bien voulu nous autoriser et nous guider dans la consultation de leurs archives.

L'atlas est composé de 10 planches en couleurs, toutes dressées sur une réduction de moitié du fond topographique à 1/250 000 de l'Institut géographique national, réduction qui autorise une présentation et une consultation commodes, dans le format 21 x 29,7 cm.

Chacune de ces planches est consacrée à un thème particulier plus ou moins important à prendre en compte pour une évaluation correcte des possibilités d'utilisation des eaux souterraines du département. De courts textes de commentaires permettent au lecteur d'être informé de ce qui doit être tenu comme essentiel sur chacun des thèmes examinés : ils ne sauraient toutefois le dispenser d'un complément d'enquête plus détaillé avant d'entreprendre les travaux qu'il pourrait être amené à envisager au seul examen du présent document.

La préparation de l'atlas a été assurée durant le deuxième semestre de 1977 et l'année 1978 par Monsieur J.P. MARCHAL avec le concours de Messieurs J.P. VIALA et G. JUNCY, pour le recueil et l'exploitation des données de terrain, et de Monsieur D. MOREL pour la préparation et le dessin des planches.

Sa publication en a été effectuée, en 1 000 exemplaires, par l'imprimerie «Le Paysan du Midi» à Montpellier, en Février 1979.

*La photographie de couverture, représentant la cité de Carcassonne, est un document «Vu du Ciel - Alain PERCEVAL», aimablement communiqué par PHOTAIR S.A., 18, rue Tholozé - 75018 PARIS.*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	1
INFORMATIONS ET ADRESSES UTILES	3
PLANCHE 1 : REGIONS NATURELLES - LIMITES GEOGRAPHIQUES - POPULATION	4
Commentaires sur l'habitat et l'économie	5
PLANCHE 2 : RELIEF - PRECIPITATIONS	6
Commentaires climatologiques	7
PLANCHE 3 : EAUX DE SURFACE	8
Commentaires hydrologiques	9
PLANCHE 4 : SYSTEMES AQUIFERES	10
Commentaires sur les ensembles distingués	11
PLANCHE 5 : INVENTAIRE DES PRINCIPAUX POINTS D'EAU	12
Commentaires sur la nature et la répartition des points inventoriés	13
PLANCHE 6 : PRELEVEMENTS OPERES SUR LES CAPTAGES COMMUNAUX	14
Commentaires sur l'exploitation actuelle des eaux souterraines	15
PLANCHE 7 : PRODUCTIVITE DES RESERVOIRS AQUIFERES	16
Commentaires sur la productivité des aquifères et les ressources disponibles	17
PLANCHE 8 : QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES	18
Commentaires sur les distinctions chimiques proposées	19
PLANCHE 9 : VULNERABILITE DES RESERVOIRS AQUIFERES A LA POLLUTION	20
Commentaires sur la protection des eaux souterraines	21
PLANCHE 10 : EAUX MINERALES ET THERMALES - POTENTIALITES GEOTHERMIQUES	22
Commentaires sur le thermalisme et les potentialités géothermiques	23
BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE	24

## INFORMATIONS ET ADRESSES UTILES - Quelques renseignements pratiques relatifs aux eaux souterraines dans l'Aude :

**1 – REGLEMENTATION DES PRELEVEMENTS** : Depuis le 29 novembre 1976 (décret 76-1085), c'est le ministre de l'Environnement et du Cadre de Vie qui exerce les attributions précédemment dévolues aux ministres de l'Industrie, de l'Agriculture et de l'Equipement en ce qui concerne la police des eaux souterraines : au plan départemental, les différents services agissent désormais sous l'autorité de ce ministère et se répartissent ses attributions de la façon suivante :

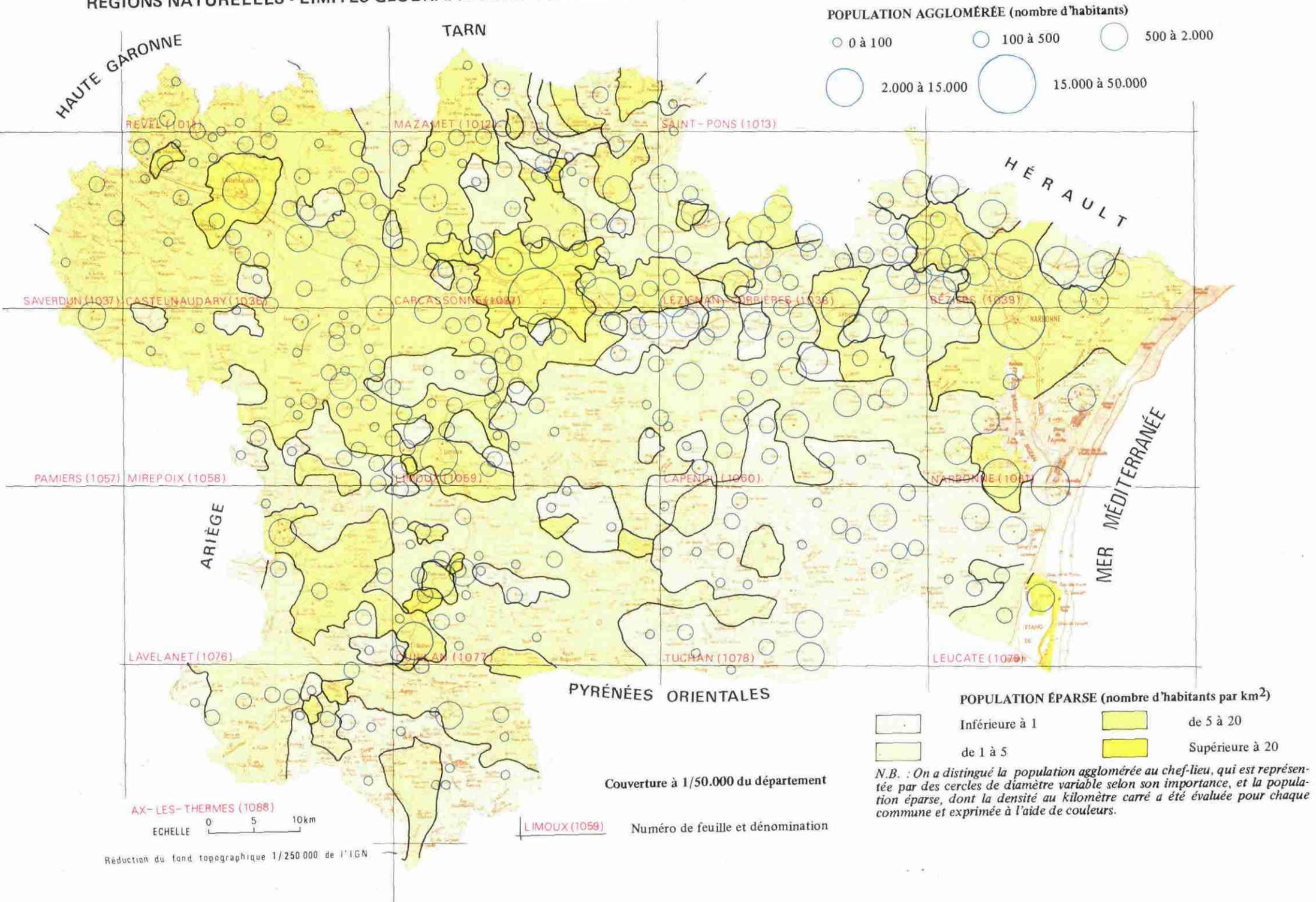
- **Déclaration d'utilité publique**, en vue de l'exploitation d'une source ou d'eaux souterraines à des fins d'intérêt général (article 113 du Code rural).  
Service compétent : Direction départementale de l'Agriculture, 3, rue Trivalle - 11000 CARCASSONNE
- **Déclaration de prélèvement**, pour tout captage d'eau à usage non domestique d'un débit supérieur à 8 m<sup>3</sup>/h (article 40 de la loi sur l'eau, loi n° 64-1245 du 16 décembre 1964).
  - a) Pour un ouvrage de plus de 40 m de profondeur.  
Service compétent : Service de l'Industrie et des Mines, Région Languedoc-Roussillon, 6 avenue de Clavières 30107 ALES CEDEX
  - b) Pour un ouvrage de moins de 40 m de profondeur  
Services compétents :
    - Direction départementale de l'Equipement (22, rue Cherche-Midi 11000 CARCASSONNE), si le puits ou forage principal est à moins de 200 m du bord du lit d'un canal, d'un plan d'eau ou d'un cours d'eau dont elle a la police ou la gestion, ou est situé à l'intérieur d'une unité urbaine de plus de 25000 habitants.
    - Direction départementale de l'Agriculture, dans tous les autres cas (3, rue Trivalle 11000 CARCASSONNE).

**2 – AUTRES DISPOSITIONS REGLEMENTAIRES :**

- **Déclaration de travaux de forage** lorsque ceux-ci sont supérieurs à 10 m de profondeur (articles 131 à 134 du Code minier)  
Service compétent : Service de l'Industrie et des Mines, Région Languedoc-Roussillon, 6 avenue de Clavières 30107 ALES CEDEX
- **Contrôle de la qualité des eaux** :
  - S'il s'agit d'un captage à usage individuel (puits particuliers)  
Service compétent : Laboratoire départemental de l'Action sanitaire et sociale, 14 rue du 4 Septembre 11000 CARCASSONNE
  - S'il s'agit d'un captage à usage collectif :  
Service compétent : Laboratoire agréé de première catégorie pour la région Languedoc-Roussillon (Institut Bouisson-Bertrand, 5 rue Ecole de Médecine 34000 MONTPELLIER).
- **Protection d'un captage reconnu d'utilité publique (AEP)** : L'avis d'un géologue agréé est obligatoire pour la détermination des périmètres de protection (décret 61-859 du 1er août 1961, modifié par décret 67-1093 du 15 décembre 1967).  
Services compétents :
  - Direction départementale de l'Equipement, si le captage se situe en zone urbaine (22 rue du Cherche-Midi 11000 CARCASSONNE)
  - Direction départementale de l'Agriculture, si le captage se situe en zone rurale (3 rue Trivalle 11000 CARCASSONNE)
- **Redevances de prélèvements** à acquitter annuellement sur la base des quantités d'eau prélevées.  
Services compétents :
  - Agence financière de bassin Rhône-Méditerranée-Corse, 31 rue Jules Guesde 69310 PIERRE-BENITE CEDEX
  - Agence financière de bassin Adour-Garonne, 84 rue du Férétra 31078 TOULOUSE CEDEX

**3 – DOCUMENTATION SUR LES EAUX SOUTERRAINES** : Le Service géologique régional Languedoc-Roussillon (BRGM, 1039, rue de Pinville 34000 MONTPELLIER) tient à la disposition du public, sous forme de dossiers ponctuels, tous renseignements d'ordre géologique, géotechnique ou hydrogéologique, recueillis sur le sous-sol du département de l'Aude au titre du Code minier. Il est en outre permis d'obtenir des informations sélectives, selon les besoins des utilisateurs, en consultant la Banque des données du sous-sol où ces renseignements ont été mis en mémoire par voie informatique. (BRGM - BP 6009 45018 ORLEANS CEDEX).

# RÉGIONS NATURELLES - LIMITES GÉOGRAPHIQUES - POPULATION



## COMMENTAIRES SUR L'HABITAT ET L'ECONOMIE

Le département de l'Aude, dont la superficie totale est de 6 139 km<sup>2</sup>, a une population totale voisine de 271 000 habitants d'après le recensement de 1975 – 276 000 en 1968 et 268 000 en 1962 – soit une densité moyenne de 44 habitants au km<sup>2</sup> (moyenne nationale : 95 habitants au km<sup>2</sup>). Mise à part la Lozère, l'Aude est en Languedoc-Roussillon le département ayant le chiffre de population et la densité au km<sup>2</sup> les plus faibles. Le chef-lieu, Carcassonne, avec 42 000 habitants, est la ville la plus importante, mais l'écart avec Narbonne, 39 000 habitants, tend de plus en plus à se réduire. Toutes les autres agglomérations comptent moins de 12 000 habitants.

La majeure partie des habitants du département se concentre dans la vallée de l'Aude, entre la mer et Quillan, sur le littoral, entre Narbonne-Plage et Leucate, et entre Carcassonne et Castelnaudary. La population des villages des Corbières, de la Montagne Noire et du Pays de Sault diminue sensiblement.

La population éparsse reste inférieure à 5 habitants au km<sup>2</sup> dans toute la partie Est et Sud du département, mis à part la région de Narbonne. Par contre, à l'Ouest de Carcassonne, l'habitat est plus dispersé. Carcassonne, Castelnaudary et les communes proches ont une population éparsse dépassant 20 habitants au km<sup>2</sup>.

L'activité économique repose essentiellement sur l'agriculture qui se présente sous deux aspects : à l'Ouest et au Sud, il s'agit de la monoculture de la vigne où sont produits des vins de consommation courante dans les basses plaines, et des vins d'appellation contrôlée sur les reliefs : Minervois et Corbières.

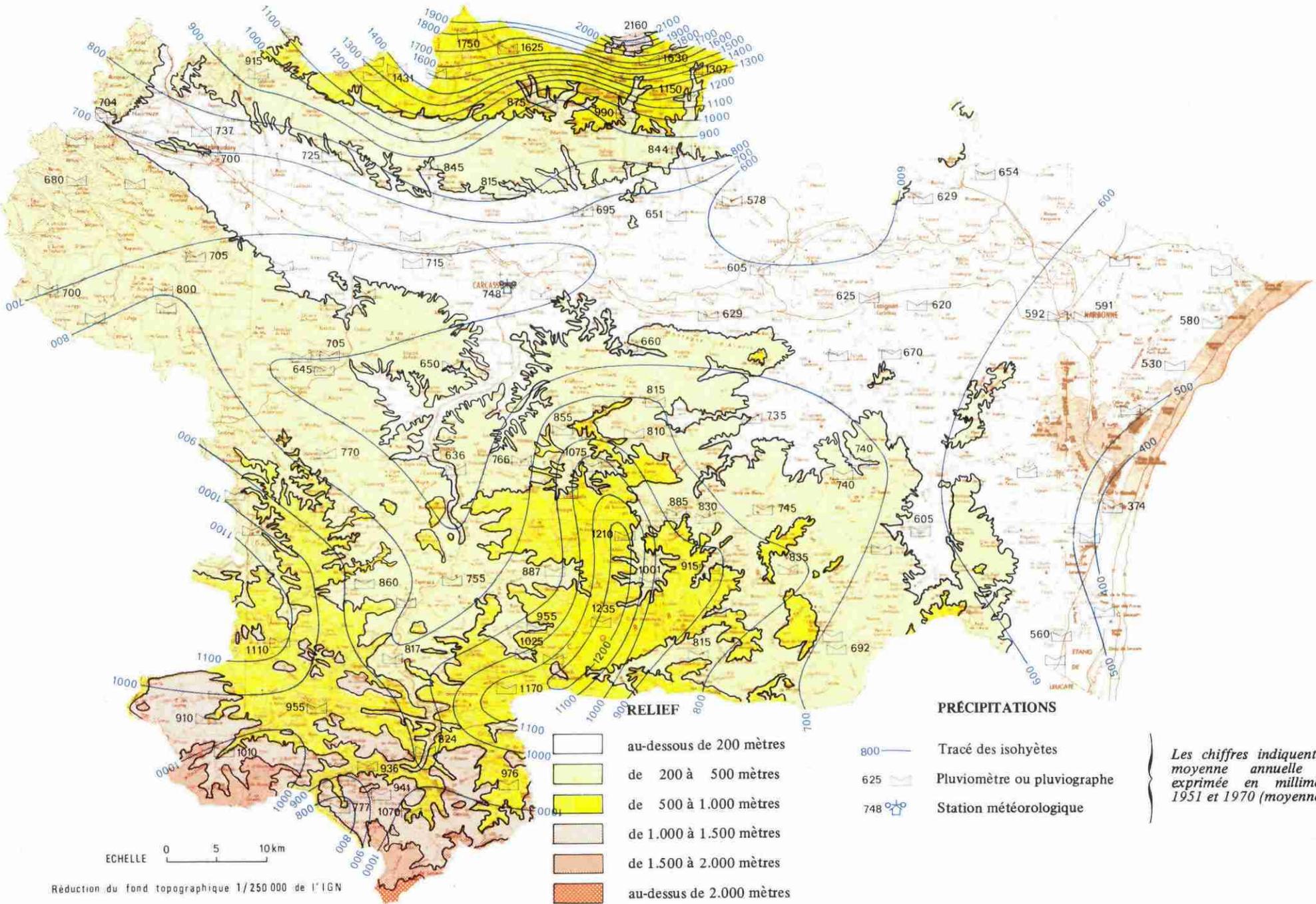
A l'Ouest, le Lauragais se consacre essentiellement aux cultures céréalières et à l'élevage de bovins. C'est cette région qui présente une population éparsse supérieure à 20 habitants au km<sup>2</sup>.

L'activité industrielle du département, assez peu développée, réside tout d'abord dans la transformation des produits agricoles (distilleries, caves coopératives, fabrication de la blanquette de Limoux, conserverie à Castelnaudary, laiteries, ....). Par ailleurs, les autres industries se localisent dans la haute vallée de l'Aude, entre Limoux et Quillan et la région de Chalabre avec des fabriques de chaussures, chapeaux, matières plastiques et céramiques, dans la région de Port-la-Nouvelle avec raffinerie, cimenterie et activité portuaire. Il faut encore citer les manufactures de gants à Lézignan-Corbières et le traitement de l'uranium et raffinage de soufre à Malvésès près de Narbonne.

Les ressources du sous-sol entraînent l'exploitation des granulats dans la vallée de l'Aude essentiellement, de la dolomie à Sainte Colombe-sur-Guette, des argiles dans la région de Castelnaudary et Limoux, des feldspaths à Salvezines et surtout de l'or à Salsigne (seule mine d'or actuellement exploitée en France).

Enfin, l'activité due au tourisme tend de plus en plus à se développer sur le littoral, d'abord avec la création des unités touristiques de Narbonne-Plage, Saint Pierre-sur-Mer, Port Leucate et enfin Gruissan, et à l'intérieur du pays ensuite grâce à la cité de Carcassonne, aux châteaux cathares, etc...

# RELIEF - PRÉCIPITATIONS



Les chiffres indiquent la hauteur moyenne annuelle de pluie, exprimée en millimètres, entre 1951 et 1970 (moyenne sur 20 ans).

## COMMENTAIRES CLIMATOLOGIQUES

Le département de l'Aude couvre un territoire ouvert sur l'Atlantique par le couloir aquitain, sur la Méditerranée par les plaines littorales et les étangs côtiers. Au Sud, les premiers contreforts des Pyrénées, et au Nord la Montagne Noire donnent à ce département l'aspect d'une vaste gouttière ou bassin à bordure relevée.

Le Pic de Nore, avec 1 211 m d'altitude, est au Nord le point culminant. Mais c'est à l'extrémité Sud, à la limite avec les Pyrénées Orientales, que se rencontrent les altitudes les plus élevées avec une zone de quelques km<sup>2</sup> dépassant 2 000 m ; il s'agit des versants audois du Pic de Madres.

Moins de 10 % du département se situe à une altitude supérieure à 1 000 m, alors que, dans une vaste zone comprise entre le seuil de Naurouze et la mer, on ne rencontre pas de cotes supérieures à 200 m.

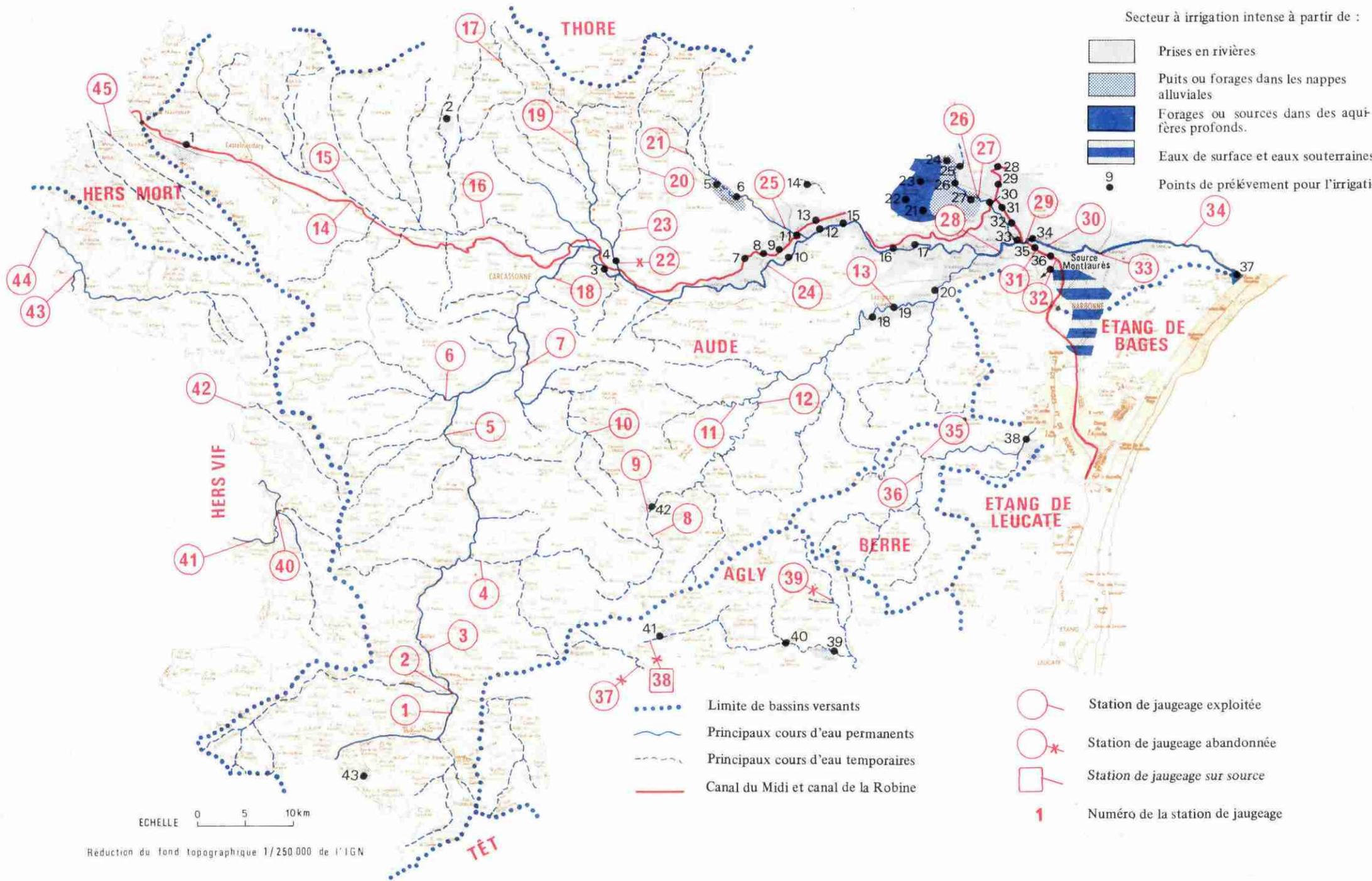
Le département occupe une position méridionale en France, de part et d'autre du 43° parallèle qui traverse les bassins de l'Hers et de l'Aude au niveau de Durban, Alet et Chalabre.

Toutes ces caractéristiques géographiques impliquent des conditions climatologiques spécifiques. Soumis de façon prépondérante au climat méditerranéen, l'ouest du département est sous l'influence atlantique.

Les précipitations annuelles croissent avec l'altitude de façon très marquée dans la Montagne Noire et le Pic de Nore reçoit la hauteur de pluie la plus importante avec plus de 2 m par an. Par contre, dans la vallée de l'Aude, en amont de Carcassonne les précipitations augmentent beaucoup plus lentement avec l'altitude. Dans le Mouthoumet, une zone comprise entre Clermont-sur-Lauquet et le Pech-de-Bugarach bénéficie d'une pluviométrie annuelle supérieure à 1 000 mm. Sur le littoral, les hauteurs moyennes de pluie restent inférieures à 600 mm et les précipitations sont les plus faibles au Phare de Port-la-Nouvelle avec 374 mm en moyenne entre 1951 et 1970. C'est d'ailleurs, le chiffre le plus bas enregistré en Languedoc-Rous. Ilon et sur toute la France métropolitaine. Le minimum absolu s'établit à 208 mm en 1952 à Port-la-Nouvelle. Il faut noter par ailleurs, l'opposition qui existe entre les zones soumises de façon prépondérante à l'influence atlantique ou méditerranéenne. Si les minimum de précipitations se rencontrent en juillet sur la presque totalité du département, les maximum se situent à des périodes différentes suivant les régions : en automne, pour la zone proche du littoral et la vallée de l'Aude où prédomine le climat méditerranéen, au printemps, pour la région ouverte sur le bassin aquitain, et en hiver dans le Mouthoumet. Des variations importantes s'observent d'une extrémité à l'autre du département. Par exemple, alors que Narbonne recevait plus de 659 mm de pluie en octobre 1965, la station de Belpech n'enregistrait, pendant la même période, qu'une hauteur d'eau de 65 mm. Le nombre de jours de pluie est lui aussi extrêmement variable. Par suite de la conjonction de l'influence méditerranéenne et océanique, il pleut à Carcassonne pendant 145 jours par an et seulement 39 jours à Sigeac. En moyenne, Narbonne ne subit que 1,5 jour de neige par an.

Le relief et la latitude entraînent des températures et des durées d'insolation élevées dans les régions méditerranéennes, mais elles décroissent lorsque l'on se déplace vers les régions à prédominance atlantique. Les températures moyennes annuelles dépassent 15° sur le littoral avec un maximum de 15°9 à Port-la-Nouvelle. Dans la basse vallée de l'Aude et les Corbières orientales, ces moyennes se manifestent entre 13° et 15° avec des maximum de température les plus élevés, pouvant dépasser 40°. Vers l'Ouest, ces températures moyennes sont plus faibles du fait du degré de continentalité plus poussé et d'une diminution de la durée d'ensoleillement. Ces températures baissent sensiblement avec l'altitude : par exemple, la moyenne annuelle n'atteint pas 9° à Belcaire.

Etant donnée la morphologie du département, les vents ont tendance à circuler dans le grand couloir Ouest-Est. Il existe donc deux grands types de vents : le Cers et le Marin. Le Cers soufflant du Nord-Ouest au Sud-Est, est un vent très sec et le plus fréquent. En provenance de l'Ouest, le Cers peut apporter les pluies atlantiques sur la partie occidentale du département. Le Marin, soufflant du Nord-Est parfois avec violence, est un vent sec. Lorsqu'il provient du Sud-Est il apporte les pluies de type méditerranéen. Le vent du Sud ou vent d'Espagne souffle rarement.



## COMMENTAIRES HYDROLOGIQUES

Le département de l'Aude peut être subdivisé, du point de vue de son hydrographie, en 8 bassins versants d'extension très différente. Le bassin versant de l'Aude couvre à lui seul près de 80 % de la superficie du département. A l'Ouest, l'Hers-Mort affluent de la Garonne (confluence en aval de Toulouse) et l'Hers-Vif affluent de l'Ariège (confluence entre Pamiers et Toulouse) sont tributaires de l'Océan Atlantique. Toutes les autres rivières ont leur embouchure en Méditerranée. Une toute petite partie du département, située entre le village de Lacoste et le Pic de Nore, appartient au bassin versant du Thore qui s'écoule en direction de Castres pour se jeter dans l'Agout lui-même affluent du Tarn.

Le tableau ci-après donne quelques valeurs résumées pour des stations de jaugeages caractéristiques (1) :

Numéro station	Cours d'eau jaugé	Débit moyen annuel en m <sup>3</sup> /s	Lame d'eau équivalente en l/s km <sup>2</sup>	Débit maxi/j moyen en m <sup>3</sup> /s	Débit mini/j en m <sup>3</sup> /s	Années d'observation	Nom de la station
44	Hers-Vif	17,1	12,8	312	1,22	1966 - 1973	Mazères
37	Agly	0,262	11,7	5,95	0,003	1967 - 1973	Camps
3	Aude	13,5	19,5	230	2,60	1921 - 1930 1956 - 1970	Belvianès
18	Aude	24,6	13,7	580	2,80	1921 - 1930 1958 - 1970	Carcassonne
24	Aude	35,8 <sup>*</sup>	10,9	745	3,50	1968 - 1976	Puichéric
29	Aude	51,4	10,6	982	4	1965 - 1976	Moussoulens

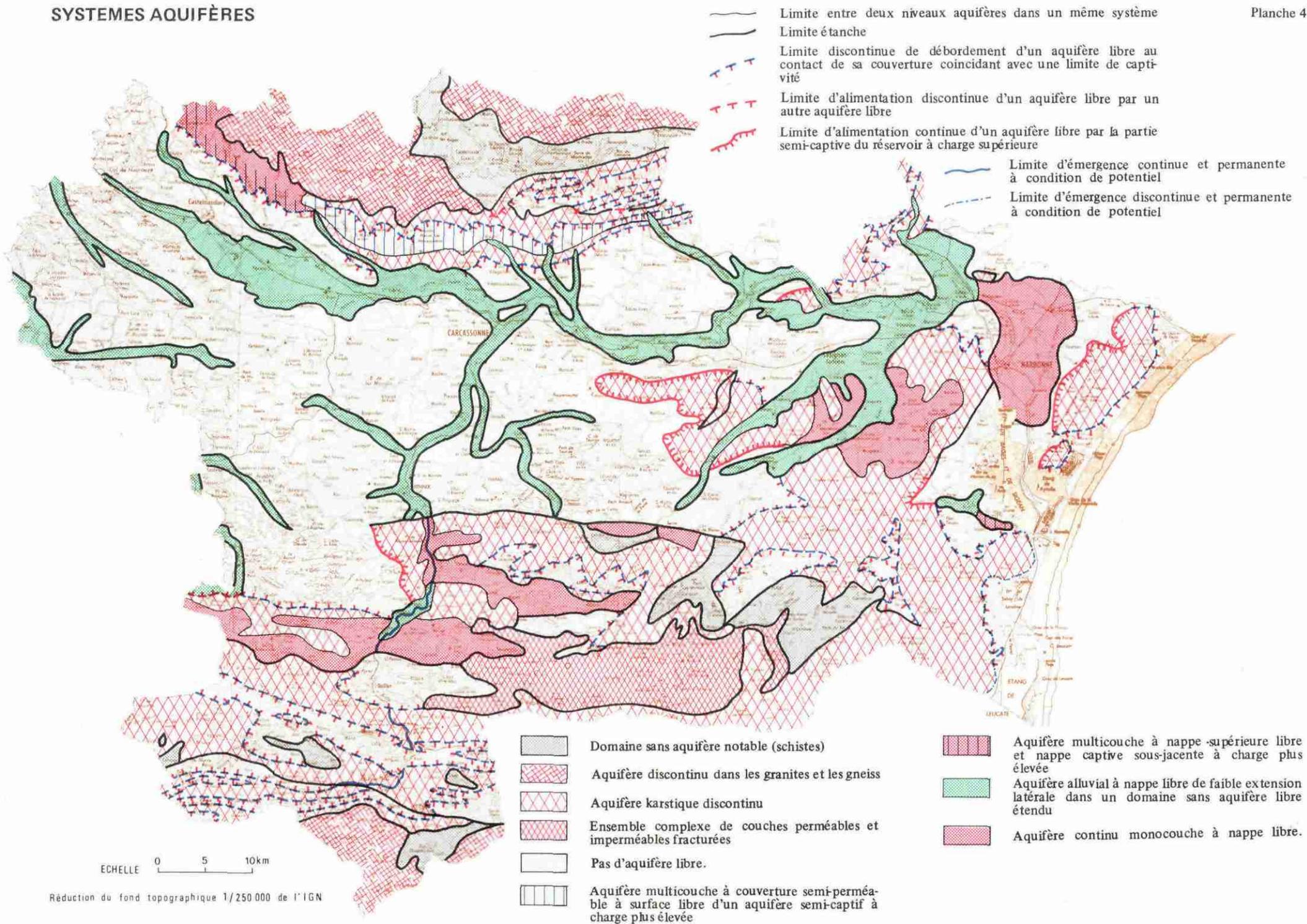
Les ruisseaux et rivières issus de la Montagne Noire ou des Corbières peuvent avoir des débits de crue très importants et des débits d'étiage très faibles voir nuls. En période sèche, les affluents de l'Aude ne présentent pratiquement plus d'écoulements superficiels. Seuls l'Orbiel, l'Orbieu et la Cesse ne sont pas complètement taris. Il faut remarquer que l'Aude peut avoir un débit minimum inférieur à 3 m<sup>3</sup>/s à Carcassonne et de l'ordre de 4 m<sup>3</sup>/s à Moussoulens en amont de Narbonne.

Les crues se rencontrent à la fin de l'hiver et au printemps ; elles sont dues à des précipitations d'origine atlantique et méditerranéenne, et en automne où intervient en premier lieu l'influence méditerranéenne. A cette saison, les intensités pluviales exceptionnelles entraînent des débits de pointe élevés. Parmi quelques valeurs de débits exceptionnels citons par exemple : 2 500 m<sup>3</sup>/s le 3 mars 1930 à Carcassonne et 3 500 m<sup>3</sup>/s à Moussoulens, et un débit estimé à 4 300 m<sup>3</sup>/s à Moussoulens le 25 octobre 1891.

Les zones irriguées se situent principalement dans la basse vallée de l'Aude en aval de Capendu à partir de prises en rivières sur l'Aude, sur le canal du Midi et le canal de la Robine. Il s'agit essentiellement d'irrigation de vignobles et de quelques vergers. Il faut noter qu'en Minervois les années de sécheresse très marquée depuis 1973 entraînent la création de nouveaux syndicats d'arrosage qui utilisent soit les nappes alluviales de l'Argent-Double à Rieux et Peyriac-Minervois, de la Cesse à Bize et Mirepeisset, soit des aquifères calcaires de l'Eocène à Pouzols, Mailhac et Sainte Valière. Les basses plaines de Narbonne sont irriguées à partir d'une multitude de canaux dont les eaux proviennent du Canal de la Robine ou de la source de Montlaurès issue des calcaires du Jurassique et Crétacé dont le débit d'étiage est voisin de 600 l/s et le module annuel atteint 1 m<sup>3</sup>/s.

Par ailleurs, le vaste projet d'irrigation du Lauragais est en cours de réalisation. Par décret ministériel du 10 janvier 1977 la Compagnie nationale d'aménagement de la région du Bas-Rhône et du Languedoc est autorisée à exécuter les travaux nécessaires à l'irrigation de 20 000 hectares dans la plaine du Lauragais audois. Le barrage de l'Estrade sur la Ganguise est actuellement terminé. La galerie de Mandore devant relier la station de pompage de Naurouze au barrage de l'Estrade est en cours de réalisation.

(1) Les tableaux résumant les principales caractéristiques des stations de jaugeage du département peuvent être consultés au Service géologique régional Languedoc-Roussillon du BRGM.



## COMMENTAIRES SUR LES ENSEMBLES DISTINGUES

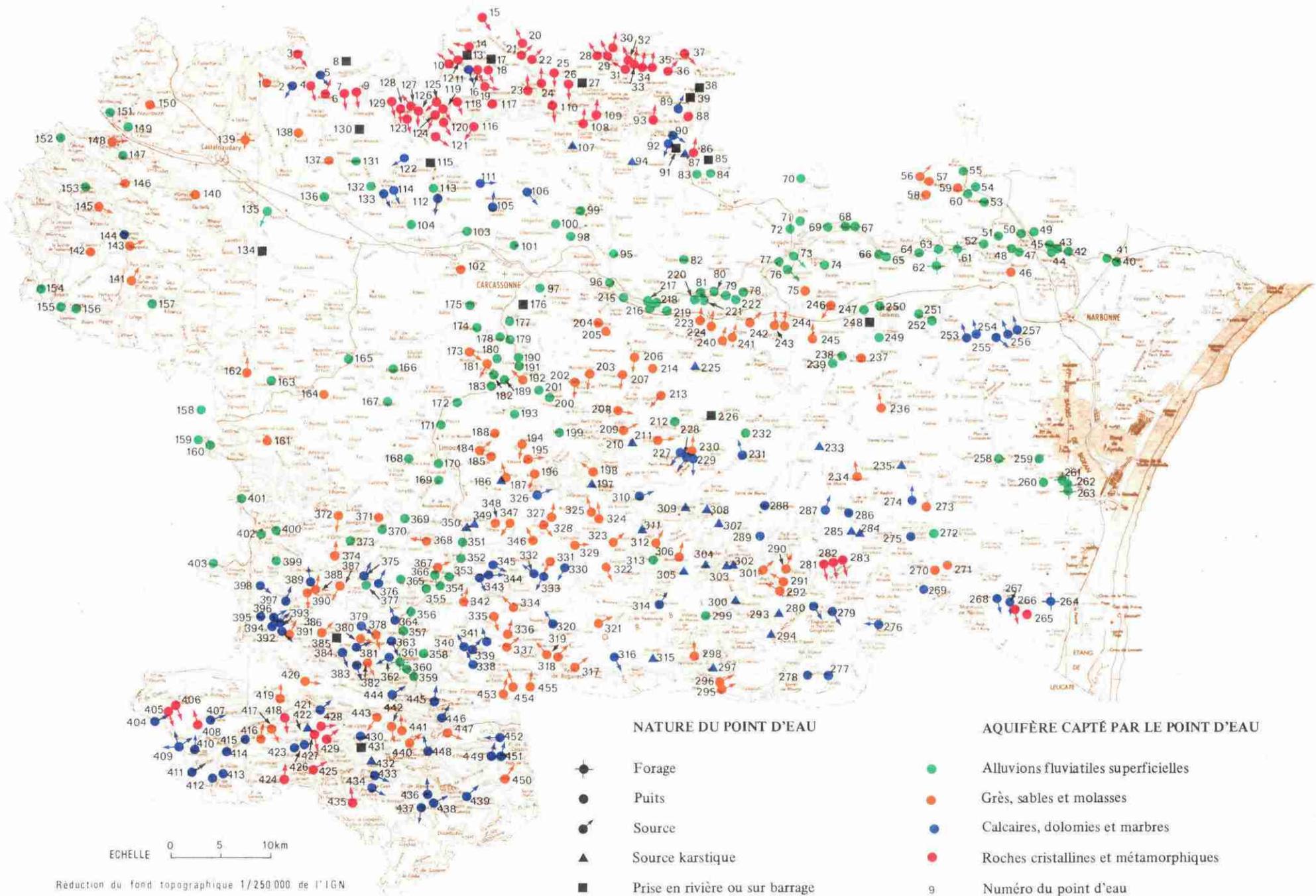
Un système aquifère est un domaine circonscrit par des limites constituant des barrières à toute propagation d'influence et dont toutes les parties sont en liaison hydraulique continue. C'est la totalité de ce domaine qu'il convient de prendre en considération lorsque l'on cherche à évaluer globalement l'importance des disponibilités en eau souterraine d'une formation aquifère. La zonalité en systèmes aquifères permet de représenter les informations globales relatives à leur fonctionnement hydraulique, c'est-à-dire conditions aux limites, connexions éventuelles... Le département de l'Aude peut ainsi être découpé en plusieurs systèmes aquifères de nature plus ou moins complexe.

Les schistes de la Montagne Noire, de la zone axiale pyrénéenne et du massif de Mouthoumet constituent des domaines sans aquifère notable. Les roches éruptives et métamorphiques de l'extrémité sud de la Montagne Noire et de la partie nord du massif granitique de «Quérigut-Millas» constituent des aquifères discontinus. Les calcaires du Cambrien et du Dévonien de la zone axiale pyrénéenne forment un système aquifère entre des limites étanches représentées au Nord par la grande faille hercynienne. En Montagne Noire, les calcaires primaires constituent un aquifère karstique discontinu pouvant alimenter en partie les calcaires de l'Eocène reposant en discordance sur ces derniers. Le massif du Mouthoumet est un massif hercynien formant l'ossature des Corbières méridionales et surgissant dans la zone sous pyrénéenne. De situation très complexe, ces formations sont représentées par des schistes du Silurien et Gothlandien et des calcaires du Dévonien. A l'Est, les nappes de charriage dues à la tectonique hercynienne ont glissé sur les schistes carburés du Gothlandien.

Au Sud du Mouthoumet se rencontre la zone nord pyrénéenne limitée au Sud par le grand accident frontal de la zone axiale et au Nord par la faille nord pyrénéenne. Les calcaires jurassiques et urgo-aptiens constituent un aquifère karstique discontinu recouvert dans les synclinaux comme dans le bassin de Quillan par des marnes albiennes imperméables et avec limites étanches au Nord et au Sud. L'Aude, qui représente une limite d'émergence continue et permanente à condition de potentiel sépare le système aquifère du Pays de Sault à l'Ouest et le système aquifère des Corbières à l'Est. Les sources karstiques de Font Estramar et Font Dame situées sur la commune de Salses dans les Pyrénées Orientales constituent les principaux exutoires des Corbières et la source de Font Maure est la principale source du système du Pays de Sault.

La «nappe des Corbières orientales» correspond à une unité tectonique importante chevauchant très largement vers le Nord-Ouest. Les formations calcaires du Jurassique peuvent être recouvertes localement au sud de Bizanet par les grès et conglomérats du Crétacé supérieur. A l'Est, près du littoral, ces terrains disparaissent sous un épais recouvrement de marnes et calcaires de l'Oligocène et du Miocène. Ce bassin oligocène est localement séparé de la mer par le massif calcaire albo-aptien de la Clape avec prolongation, près de La Nouvelle, par le massif de Périllos. Il s'agit de la terminaison Sud du système aquifère des calcaires jurassiques du Languedoc avec une limite d'émergence discontinue et permanente à condition de potentiel (présence de sources karstiques).

Les formations de l'Eocène, ensemble complexe plus ou moins multicouche, constituent le système aquifère le plus largement représenté dans le département de l'Aude. Au nord de Castelnaudary, les grès et graviers d'Issel, à perméabilité d'interstice reposant en discordance sur le socle, plongent sous les molasses apparemment peu perméables de l'Eocène moyen et supérieur. Il en est de même pour les calcaires de l'Yprésien et les calcaires à *Bulimus hopei* du Lutétien moyen. Ces formations réapparaissent dans la Montagne d'Alaric et dans la région de Puivert au nord du chevauchement frontal nord-pyrénéen. Au Nord et au Sud, ce système est encadré par des limites étanches. Les grès d'Alet apparaissent sous les calcaires de l'Eocène et affleurent au nord de la faille nord-pyrénéenne. Ils renforcent en profondeur mais leur extension reste mal connue. Il s'agit de la terminaison du système aquifère des sables du Cénomaniens et des calcaires du Crétacé supérieur du bassin aquitain. Il y a alors connexion du système de l'Eocène. Enfin, les alluvions peu épaisses et d'extension limitée contiennent en général des nappes libres indépendantes dont les niveaux sont solidaires de rivières. Localement, en particulier lorsque la plage d'alluvions repose sur des formations karstiques, ces alluvions sont alors en continuité avec l'aquifère encaissant que sont les calcaires. Seule la basse vallée de l'Aude peut être considérée comme un aquifère alluvial monocouche à nappe libre.



## COMMENTAIRES SUR LA NATURE ET LA REPARTITION DES POINTS INVENTORIES

Tous les points d'eau servant actuellement à l'alimentation en eau potable des collectivités ont été inventoriés. Il en est de même de tous les anciens captages d'eau potable, exploités pour d'autres besoins publics (fontaines, bornes de sulfatage...). Par ailleurs, les principaux puits exploités pour les industries ont été recensés, ainsi que les principales sources non captées, de type karstique en général. Cependant, afin de ne pas surcharger la carte, seule les 455 points d'eau exploités pour l'alimentation en eau potable des collectivités ont été figurés sur la planche ci-contre. Les numéros des points d'eau renvoient à des tableaux dans lesquels figurent les principales caractéristiques et en particulier l'aquifère, l'usage de l'eau, les débits et volumes prélevés annuellement et les éléments majeurs concernant la chimie de l'eau. Ces tableaux sont conservés au Service géologique régional Languedoc-Roussillon à Montpellier où ils peuvent être consultés. Tous les points d'eau inventoriés ont fait l'objet d'un dossier regroupant les données disponibles. Chaque dossier porte un numéro de classement national et est archivé à la banque des données du sous-sol du BRGM.

Les besoins en eau sont couverts soit par le captage de sources, soit par la création de puits peu profonds dans les alluvions des rivières et particulièrement de l'Aude et de ses affluents ou dans les zones d'altération des molasses, granites et gneiss en particulier. Les prises d'eau en rivière et les retenues sur barrages fournissent le complément en eau nécessaire. Il n'existe que très peu de forages dans le département de l'Aude.

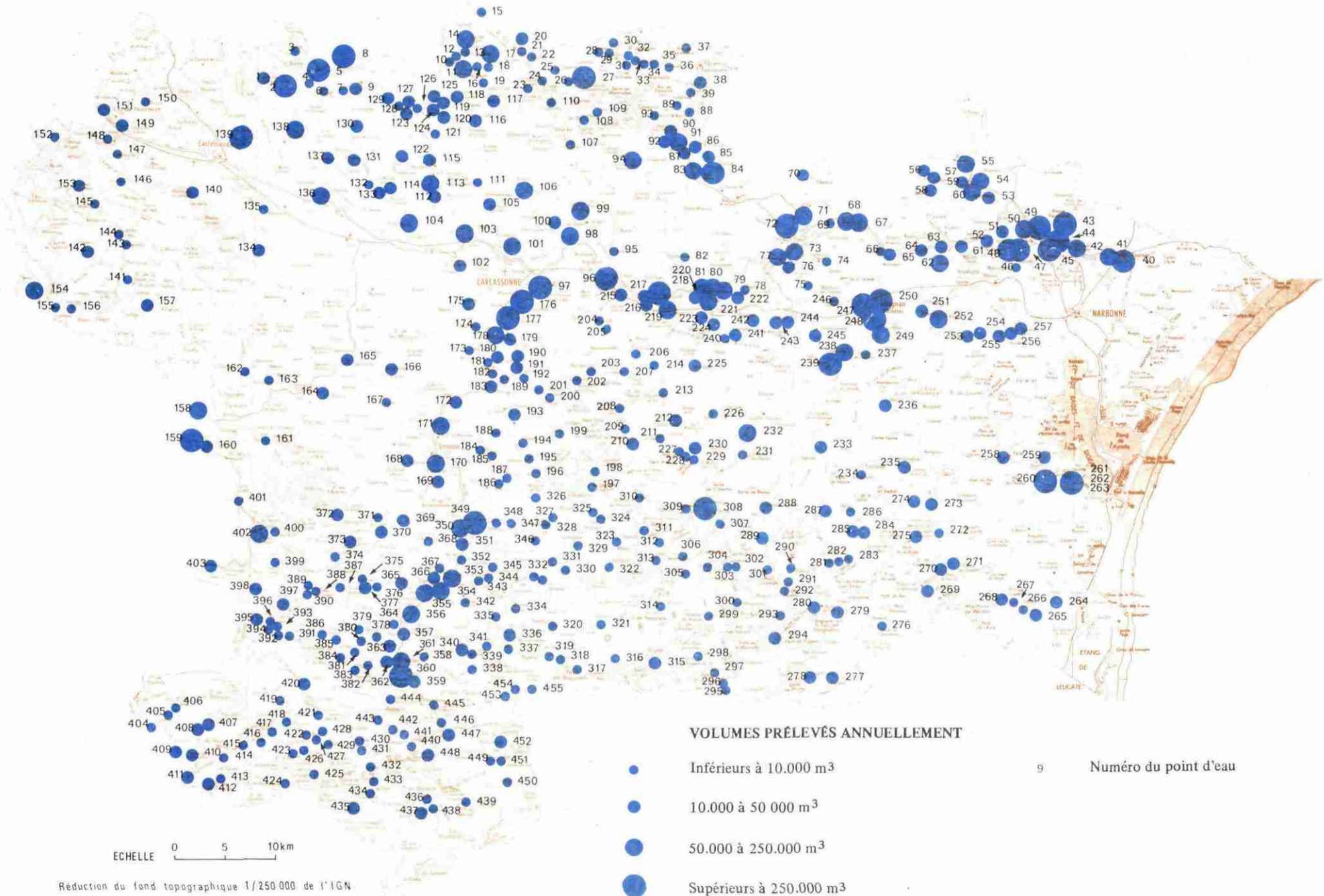
Les forages réalisés dans le bassin oligocène de Sigean pour l'alimentation en eau des communes de cette région sont pratiquement tous inutilisés. Leur productivité assez médiocre a entraîné leur abandon au profit d'eau de surface amenée par la CNABRL depuis la station de Réals, dans la vallée de l'Orb, entre Cazouls-les-Béziers et Cessenon.

De même, le syndicat sud-oriental de la Montagne Noire, groupant 24 communes, exploite l'eau du barrage des Cammazes ou de la Garbelle situé près de Revel avec station de traitement à Piquetalent. Le syndicat de Salsigne utilise l'eau de la Dure grâce à une prise établie sur la commune des Martys. Le syndicat oriental exploite, en complément du puits de Rustiques et de la source du Moulin à Villeneuve-Minervois, une prise en rivière sur le Rieutord pour l'alimentation en eau potable d'une vingtaine de communes.

Carcassonne assure son alimentation en eau presque exclusivement à partir de prélèvements dans l'Aude, soit par galerie drainante (17 %), soit en prise directe dans la rivière (68 %).

Les alluvions des rivières contiennent les nappes les plus sollicitées car elles apparaissent les plus faciles à exploiter. Cependant, des forages dans d'autres aquifères sont tentés de plus en plus souvent avec des résultats variables. Ils sont destinés soit à l'alimentation en eau potable (à Lézignan-Corbières par exemple où les ouvrages se sont révélés trop peu productifs), soit pour l'alimentation de maisons individuelles comme dans la région de Narbonne, soit enfin pour fournir l'eau nécessaire à l'irrigation dans le Minervois en particulier (Pouzols, Mailhac, Sainte Valière, Bize).

Dans les formations métamorphiques ou éruptives, de nombreuses sources ont été captées. Elles permettent en général la desserte en eau des agglomérations par simple gravité sans pompage d'où des économies d'énergie dans la gestion des réseaux d'eau.



## COMMENTAIRES SUR L'EXPLOITATION ACTUELLE DES EAUX SOUTERRAINES

Les prélèvements sur les captages sont souvent difficiles à déterminer avec précision. Les compteurs totalisateurs installés sur les conduites de refoulement des pompes de chaque puits restent encore très rares. Pour les sources, l'eau s'écoulant par gravité jusqu'aux utilisateurs, les systèmes de surveillance des débits n'existent pratiquement jamais. Pour l'eau potable, les relevés des compteurs des abonnés, les débits des pompes et leur temps de fonctionnement permettent d'estimer un peu mieux les volumes prélevés sur les captages. Pour les sources, le pourcentage d'erreur reste plus élevé.

Le département de l'Aude étant peu industrialisé et les différentes industries existantes ayant des besoins en eau limités, les prélèvements en eau pour l'industrie n'ont pas été chiffrés de façon précise. Par ailleurs, les eaux de surface sont très souvent sollicitées (prise dans l'Aude ou sur les canaux). Les établissements industriels sont couramment branchés sur le réseau d'eau potable de la commune. Enfin, les prélèvements d'eau souterraine à usage industriel s'effectuent principalement dans les nappes des alluvions de l'Aude et de ses affluents. Ils peuvent être évalués à 2 millions de m<sup>3</sup>/an. La planche 3 fait état, en particulier, des différentes méthodes d'irrigation. Limités presque exclusivement à la basse vallée de l'Aude en aval de Carcassonne, les besoins en eau sont assurés tout d'abord par des prises en rivières sur le Canal du Midi ou de la Robine, et sur l'Aude et la Cesse. Les calcaires de l'Eocène, exploités dans la région de Pouzols, Mailhac, Sainte Valière fournissent environ 300 000 m<sup>3</sup> d'eau pour l'irrigation. Ces volumes devraient augmenter sensiblement avec en particulier la mise en service du nouveau forage de Sainte Valière. Les alluvions de l'Argent Double sont sollicitées à Rieux et Peyriac-Minervois, les alluvions de la Cesse à Bize et Mirepeisset. La source Montlaurès émergeant de la nappe calcaire des Corbières avec un débit moyen de 1 m<sup>3</sup>/s, alimente les canaux d'arrosage des basses plaines de Narbonne.

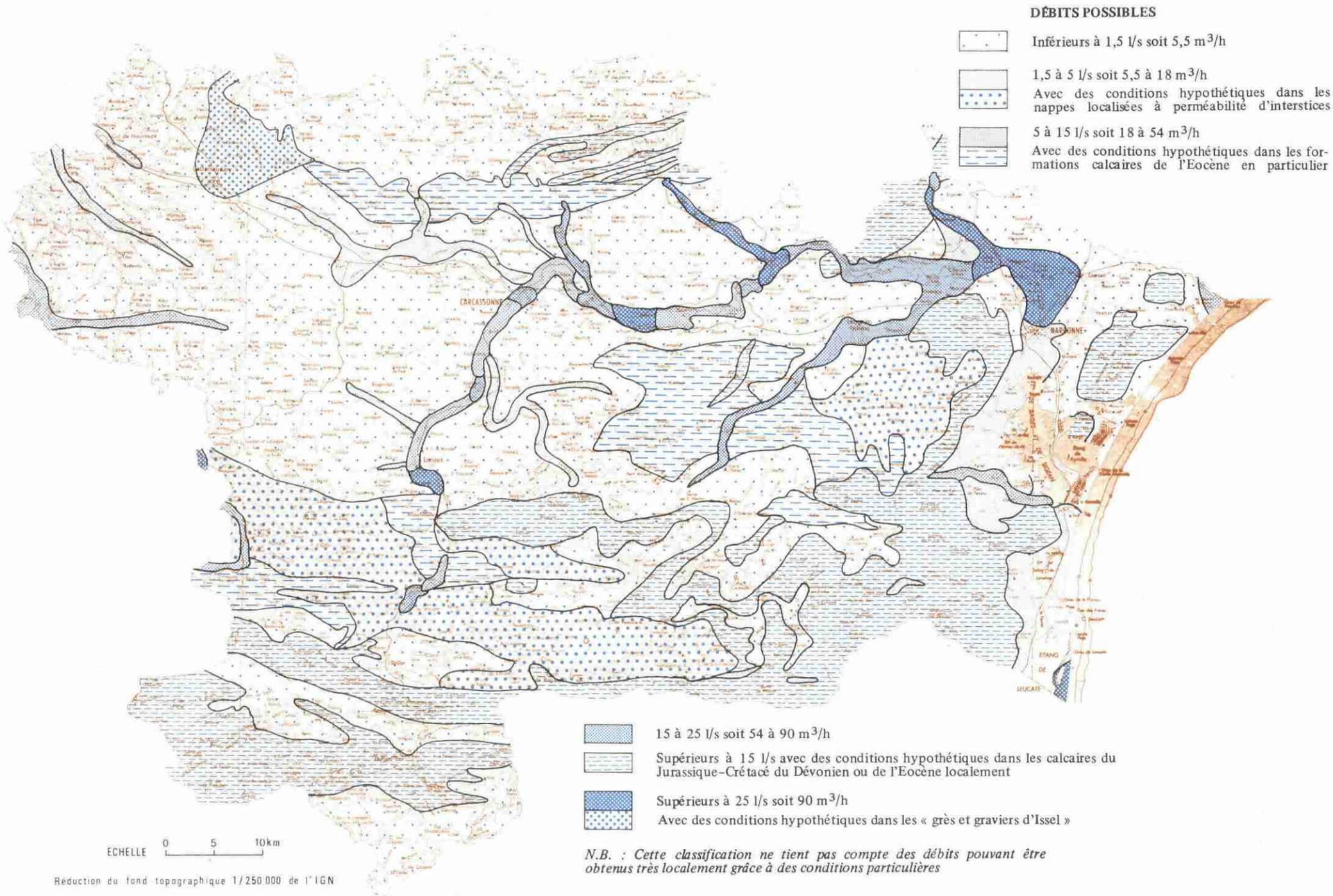
Dans la basse vallée de l'Aude, en aval de Carcassonne, des puits particuliers assurent le complément aux eaux de surface. Les volumes d'eau souterraine prélevés dans les alluvions pour l'agriculture ne semblent pas dépasser 5 à 7 millions de m<sup>3</sup>/an.

Dans le département de l'Aude, 32 millions de m<sup>3</sup> d'eau sont utilisés pour l'alimentation en eau potable, pour une population de 271 000 habitants. Répartie de façon uniforme, la consommation s'établit à 315 litres par habitant et par jour. Cela comprend les besoins domestiques et communaux, les fuites et les volumes prélevés par les établissements commerciaux et industriels branchés sur les réseaux. Le tableau suivant montre la répartition des volumes prélevés annuellement pour l'alimentation en eau potable en fonction des réservoirs aquifères sollicités.

Alluvions			Molasses et calcaires oligo-miocènes	Calcaires éocènes	Molasses et sables éocènes	Grès et schistes crétacés supérieurs	Calcaires jurassiques et crétacés	Calcaires dévoniens et cambriens	Formations schisteuses	Formations métamorphiques et éruptives granites, gneiss	Eaux de surface
Aude	Affluents de l'Aude	Autres rivières									
15 234 000	2 714 000	2 113 000	107 000	685 000	194 000	75 000	572 000	3 571 000	191 000	204 000	6 408 000

Les alluvions du fleuve côtier Aude couvrent pratiquement la moitié des besoins en eau potable du département. Avec plus de 20 millions de m<sup>3</sup>, toutes les alluvions quaternaires assurent près de 63 % des besoins en eau potable. Environ 6 400 000 m<sup>3</sup> d'eau sont prélevés directement sur barrage ou en rivière, soit 20 % du volume total. Les aquifères autres que les nappes alluviales ne fournissent que 17 % du volume d'eau potable consommée annuellement.

Les prélèvements en eau souterraine dans le département de l'Aude, utilisée comme eau potable, industrielle ou agricole, semblent atteindre annuellement 35 millions de m<sup>3</sup>.



## COMMENTAIRES SUR LA PRODUCTIVITE DES AQUIFERES ET LES RESSOURCES DISPONIBLES

On a cherché à déterminer pour chaque type de réservoirs aquifères la productivité moyenne des ouvrages de captage en utilisant les données accessibles actuellement. En effet, la connaissance des aquifères du département de l'Aude peut encore progresser par des études approfondies conduisant à la réalisation de forages de reconnaissance pouvant permettre de déceler de nouvelles ressources en eau. Ceci est le cas en particulier dans le fossé éocène de Carcassonne - Castelnaudary où les forages trop rares ne permettent pas de conclure à l'imperméabilité en profondeur de ces formations molassiques.

Les réservoirs les mieux connus et les plus sollicités sont représentés par les alluvions anciennes ou récentes de l'Aude et de ses affluents essentiellement, bien que peu étendues et d'une épaisseur faible (rarement supérieure à 10 m). Les débits ponctuels par captage peuvent dépasser 25 l/s. En règle générale, une telle productivité nécessite une réalimentation induite par la rivière. Lorsque ce schéma n'existe pas, soit à cause du colmatage des berges de la rivière, soit parce que l'ouvrage est implanté sur une terrasse alluviale non connectée aux alluvions récentes, comme par exemple pour la plaine de Capendu, les débits pompés sur les puits sont beaucoup plus faibles. Les ressources en eau de la basse vallée de l'Aude, après la confluence avec la Cesse, exploitées essentiellement pour l'alimentation en eau potable de Narbonne à partir de la station de Moussoulens, de Cuxac-d'Aude et de Coursan, paraissent encore sous-exploitées, cependant une étude plus précise s'avérerait nécessaire si les volumes prélevés dans cet aquifère devaient augmenter de façon très sensible. Les formations miocènes et oligocènes rencontrées près du littoral constituent des aquifères assez médiocres malgré leur épaisseur. Les débits obtenus dépassent rarement 15 m<sup>3</sup>/h.

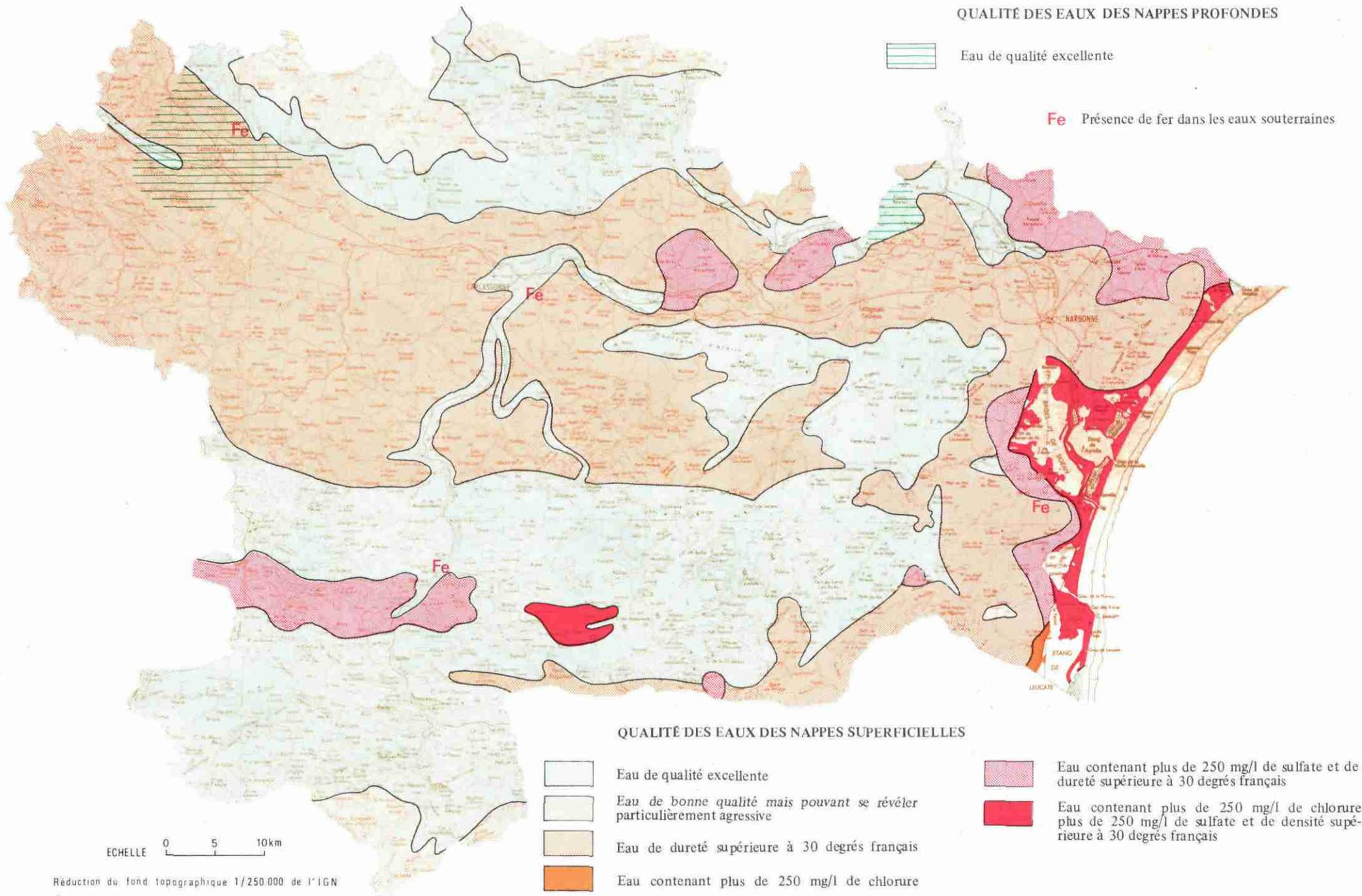
L'Eocène, à lithologie très variée, affleure très largement dans le département, mais les ressources restent mal connues. Dans les talwegs, les molasses plus ou moins remaniées renferment de petites nappes très individualisées. Par contre, les formations détritiques du Lutétien moyen et inférieur reconnues en profondeur dans la région de Castelnaudary (grès et graviers d'Issel) constituent un réservoir qui est exploité essentiellement par le forage artésien de Castelnaudary.

En Minervois, des forages captant des calcaires à *Bulimus hopéi* du Lutétien moyen peuvent être exploités à plus de 150 m<sup>3</sup>/h avec un débit spécifique de l'ordre de 20 à 25 m<sup>3</sup>/h par mètre de rabattement. Les calcaires de l'Yprésien contiennent des ressources non négligeables mais pratiquement inexplotées sauf par quelques captages et sources dans la Montagne d'Alaric.

Les poudingues de Palassou de l'Eocène inférieur et les grès d'Alet du Crétacé supérieur ne permettent pas d'obtenir des débits supérieurs à 15 m<sup>3</sup>/h sauf exception. Les formations karstiques du Jurassique et du Crétacé des Corbières contiennent des ressources en eau très importantes mais très peu sollicitées. Seules quelques sources ont été aménagées et il n'existe pas de forage exploitant ces aquifères. Malgré une structure complexe, des ouvrages implantés avec soin pourraient s'avérer productifs. Les calcaires du Dévonien contiennent eux aussi des réserves non négligeables et plusieurs sources ont un débit d'étiage dépassant 50 l/s dans la Montagne Noire ou dans les Corbières.

Les schistes du Primaire, les roches éruptives et métamorphiques sont exploitées par puits ou sources implantés dans la zone d'altération superficielle. Les débits obtenus restent inférieurs à 5 ou 10 m<sup>3</sup>/h. Les calcaires métamorphiques donnent naissance à des sources plus importantes.

Les aquifères du département de l'Aude présentent des productivités très différentes. Même implantés dans la même formation, les ouvrages de captage peuvent avoir des débits très variables, conséquence d'une part de la nature de la formation géologique (perméabilité, épaisseur, structure, fissuration) et d'autre part de facteurs extérieurs qui sont par exemple les eaux de surface (réalimentation des nappes par les rivières, suralimentation par l'irrigation etc.....). Les ressources potentielles en eau souterraine s'avèrent importantes mais extrêmement difficiles à chiffrer. Les ressources exploitables, c'est-à-dire les débits qui peuvent être obtenus des différents systèmes aquifères à partir de captages appropriés restent très nettement supérieures aux besoins. Cependant, des contraintes pratiques et économiques s'opposent souvent à l'utilisation de ces réserves en particulier le risque d'échec des sondages dans les aquifères fissurés largement représentés dans le département de l'Aude, la profondeur importante des réservoirs éventuels dans le fossé de Carcassonne - Castelnaudary et la nécessité d'éviter l'avance de l'interface eau douce - eau salée à l'extrémité orientale des Corbières et dans le massif de la Clape à l'est de Narbonne.



QUALITÉ DES EAUX DES NAPPES PROFONDES

 Eau de qualité excellente

**Fe** Présence de fer dans les eaux souterraines

QUALITÉ DES EAUX DES NAPPES SUPERFICIELLES

 Eau de qualité excellente

 Eau de bonne qualité mais pouvant se révéler particulièrement agressive

 Eau de dureté supérieure à 30 degrés français

 Eau contenant plus de 250 mg/l de chlorure

 Eau contenant plus de 250 mg/l de sulfate et de dureté supérieure à 30 degrés français

 Eau contenant plus de 250 mg/l de chlorure plus de 250 mg/l de sulfate et de densité supérieure à 30 degrés français

ECHELLE 0 5 10km

Réduction du fond topographique 1/250.000 de l'IGN

## COMMENTAIRES SUR LES DISTINCTIONS CHIMIQUES PROPOSEES

La qualité chimique des eaux souterraines dépend essentiellement de la nature lithologique du réservoir. Mais d'autres facteurs interviennent et plus précisément la nature des épontes de l'aquifère, la pollution par les eaux de surface, la contamination par les eaux saumâtres en bordure des étangs et de la mer.

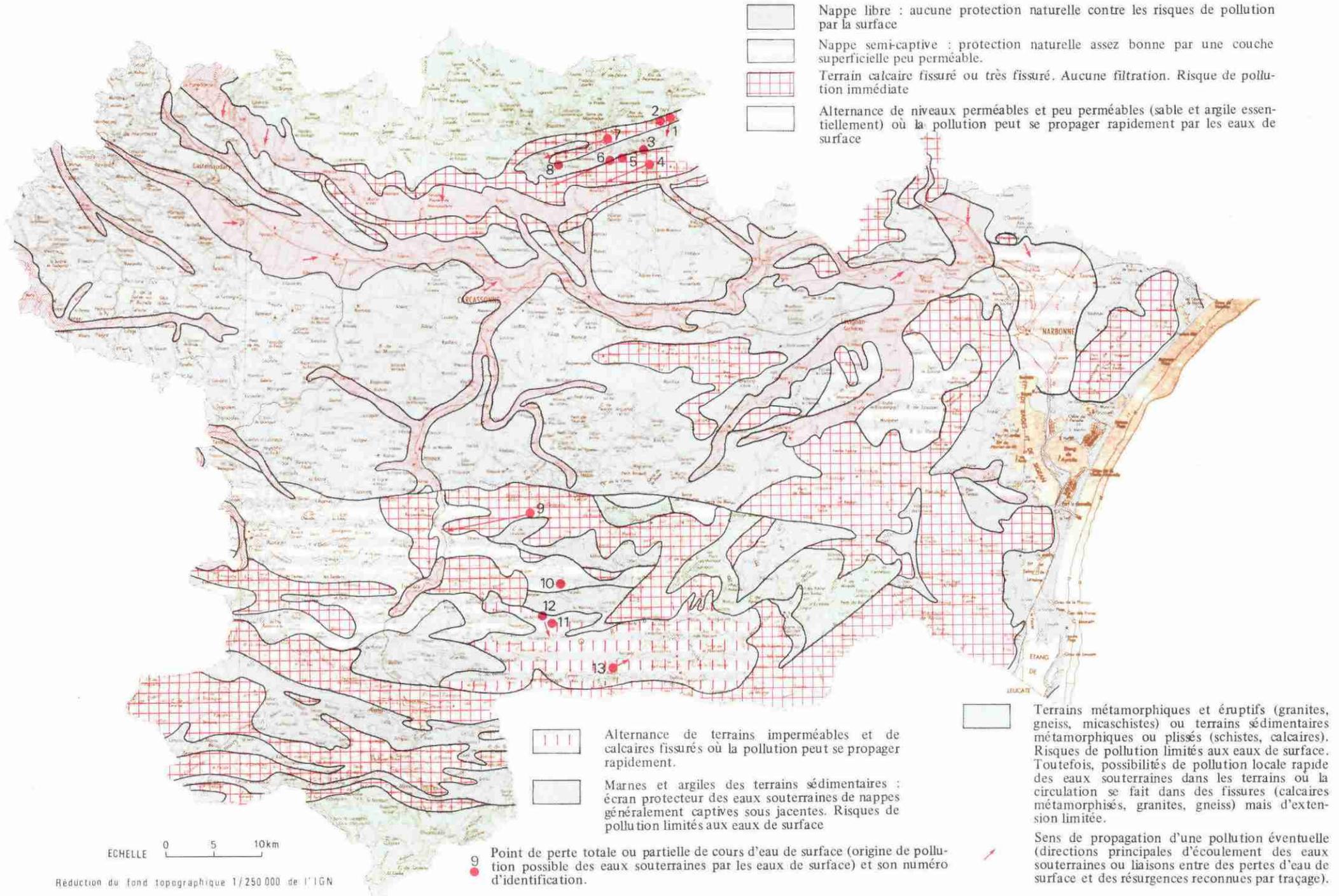
De nombreuses analyses effectuées par l'Institut Bouisson-Bertrand à Montpellier ou le Laboratoire départemental de l'Action sanitaire et sociale de Carcassonne ont été recueillies. Elles ont permis de distinguer des eaux de qualité différente.

Les eaux souterraines exploitées dans le département de l'Aude présentent très souvent une dureté supérieure à 30 degrés français. Ces eaux sont dites calcaires. En effet, dans les aquifères calcaires du Crétacé et du Jurassique, ainsi que dans les molasses de l'Eocène, les eaux se chargent en calcium et en magnésium. Des duretés supérieures à 30° s'observent généralement dans les nappes alluviales sauf pour les alluvions de l'Aude en amont de Barbaire et de l'Argent Double, et l'Orbieu avant la confluence de ces rivières avec l'Aude. La minéralisation des eaux souterraines contenues dans les alluvions tend à augmenter sensiblement de l'amont vers l'aval des rivières. Par ailleurs, les teneurs en fer supérieures à 0,2 mg/l se rencontrent localement dans les eaux des alluvions de l'Aude comme par exemple à Carcassonne dans les puits de la Cité ou dans la nappe semi-captive rencontrée dans l'ancien lit de la Berre à l'aval de Sigeac. Dans ce cas, l'eau utilisée pour l'alimentation en eau potable de Port la Nouvelle doit être déferrisée.

Les eaux issues des calcaires de l'Eocène ou du Dévonien sont en général de bonne qualité. Aux extrémités Nord et Sud du département, les aquifères granitiques ou métamorphiques donnent une eau ayant une certaine tendance à l'agressivité ce qui a pour inconvénient d'entraîner une corrosion des conduites et canalisations. Dans les grès d'Alet les eaux sont en général sulfatées (teneur supérieure à 250 mg/l) et d'une dureté dépassant 30°. En bordure des étangs et de la mer, les nappes superficielles sont contaminées et les teneurs en chlorure dépassent 250 mg/l.

Les forages, atteignant les aquifères profonds à plus de 15 à 20 m de profondeur, restent rares, la qualité de l'eau de ces nappes est encore mal connue. Cependant, l'eau contenue dans les calcaires de l'Eocène du Minervois est de bonne qualité. Les nappes des sables astiens profonds, à l'embouchure de l'Aude ou à l'extrémité Nord-Est du département (terminaison des formations sableuses du Roussillon) fournissent une eau chimiquement potable. Les grès et graviers d'Issel près de Castelnaudary, semblent eux aussi fournir une eau de bonne qualité, mis à part une teneur en fer élevée, ce qui peut être une contrainte à l'exploitation de ces aquifères.

## VULNÉRABILITÉ DES RÉSERVOIRS AQUIFÈRES A LA POLLUTION



## COMMENTAIRES SUR LA PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES

La protection des eaux souterraines dans le département de l'Aude s'avère d'autant plus nécessaire que les aquifères exploités restent en général très superficiels. L'alimentation en eau potable est assurée à partir de sources issues d'aquifères à perméabilités de fissures essentiellement ou à partir de puits captant les eaux de nappes alluviales, ou des formations remaniées dans les talwegs. Il n'y a, dans tous les cas, aucune protection naturelle contre la pollution. Par ailleurs, la qualité des eaux de ces aquifères, en relation étroite avec les rivières, est donc indirectement tributaire de la qualité des eaux de surface.

Ainsi, les eaux captées sont très souvent déclarées non potables au point de vue bactériologique. Les stations d'épuration des eaux par javellisation ou traitement plus complexe s'avèrent indispensables. Les alluvions de la basse vallée de l'Aude en aval du goulet de Sallèles d'Aude, bien que recouvertes par une épaisseur de limon croissante vers l'Est restent vulnérables. Ces limons qui peuvent dépasser 5 m d'épaisseur ne constituent pas un écran tout à fait imperméable contre les risques de pollution de la nappe contenue dans les sables et graviers sous-jacents.

Les sens de propagation d'une pollution éventuelle ont été déduits des directions d'écoulement des nappes que recèlent ces réservoirs et de relation prouvée par traçage des pertes totales ou partielles de cours d'eau superficiels. La liste des principales pertes inventoriées est donnée ci-après :

- |   |                                     |
|---|-------------------------------------|
| 1 – Pertes de l'Argent Double           | 7 – Pertes du Clamous               |
| 2 – Pertes du ruisseau de Rieussec      | 8 – Pertes du ruisseau de Limousis  |
| 3 – Pertes du ruisseau de Pujol de Bosc | 9 – Pertes du ruisseau de Guinet    |
| 4 – Pertes de l'Ourdivieille            | 10 – Pertes du ruisseau de Riالسسه  |
| 5 – Pertes du ruisseau du Rials         | 11 – Pertes du ruisseau de Lauzadel |
| 6 – Pertes du ruisseau de Saint Martin  | 12 – Pertes du ruisseau des Bernous |
|   | 13 – Gourg de l'Antre               |

Si les eaux de rivière peuvent constituer un risque de pollution des eaux souterraines, il faut noter que les étangs et la mer sont une contrainte à l'exploitation des aquifères sur le littoral. Un pompage intensif dans un réservoir peut entraîner une contamination de la nappe d'eau douce par de l'eau saumâtre. C'est ainsi que le forage de Rivière-le-Haut situé à l'est du Massif de la Clape, ayant rencontré les calcaires fissurés aquifères à 49 m de profondeur, et exploité pour l'alimentation en eau potable de Saint-Pierre-sur-Mer, a dû être abandonné. Les pompages avaient entraîné une augmentation sensible de la minéralisation totale et en particulier des ions chlorures.

Signalons enfin que tous les avis de géologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique sont, quels qu'en soient les auteurs, adressés au Service géologique national (BRGM Orléans) où ils sont indexés par informatique puis renvoyés pour archivage au Service géologique régional Languedoc-Roussillon. De nombreux rapports rédigés avant 1965 et non recensés ont été recueillis auprès de la Direction départementale de l'Agriculture de Carcassonne.

# EAUX MINÉRALES ET THERMALES POTENTIALITÉS GÉOTHERMIQUES

22

Planche 10

○ Symbole des caractéristiques physico-chimiques de chaque source - ou groupe de sources - figuré sur la planche

N.B. : les sources dont l'exploitation est autorisée par l'Administration, sont indiquées par des symboles de plus grande taille : la nature de leur utilisation est alors précisée par l'association d'autres symboles

### TEMPÉRATURE

● Eau d'une température inférieure à 50°C et supérieure de 4°C à la température moyenne du lieu d'émergence

● Eau froide

### UTILISATION ACTUELLE

Établissement thermal (nombre de curistes en 1976)

■ Alet : 10 à 12

■ Rennes-les-Bains : 1.000

Embouteillage (nombre de litres produits en 1976)

■ Alet : 10.000.000

### CHIMIE

#### Minéralisation totale

- Inférieure à 0,5 g/l
- ◐ De 0,5 à 1 g/l
- ◑ De 1 à 2 g/l
- Supérieure à 2 g/l

#### Anion prédominant (meq/l)

- Cl Chlorure
- HC 03 Bicarbonate
- △ S04 Sulfate

#### Cation prédominant

- Ca Calcium
- Na Sodium

#### Gaz prédominant

- C Anhydride carbonique
- S Acide sulfhydrique

Usson-les-Bains  
Les Eaux Chaudes



Escoubroubes  
Carcanières



ECHÉLLE 0 5 10km

Réduction du fond topographique 1/250 000 de l'IGN

1059.3.1

### ZONES A POTENTIALITÉ GÉOTHERMIQUE

#### Extension des aquifères

Moins de 1.000 m de profondeur

Plus de 1.000 m de profondeur

Grès et graviers d'Issel (Eocène)



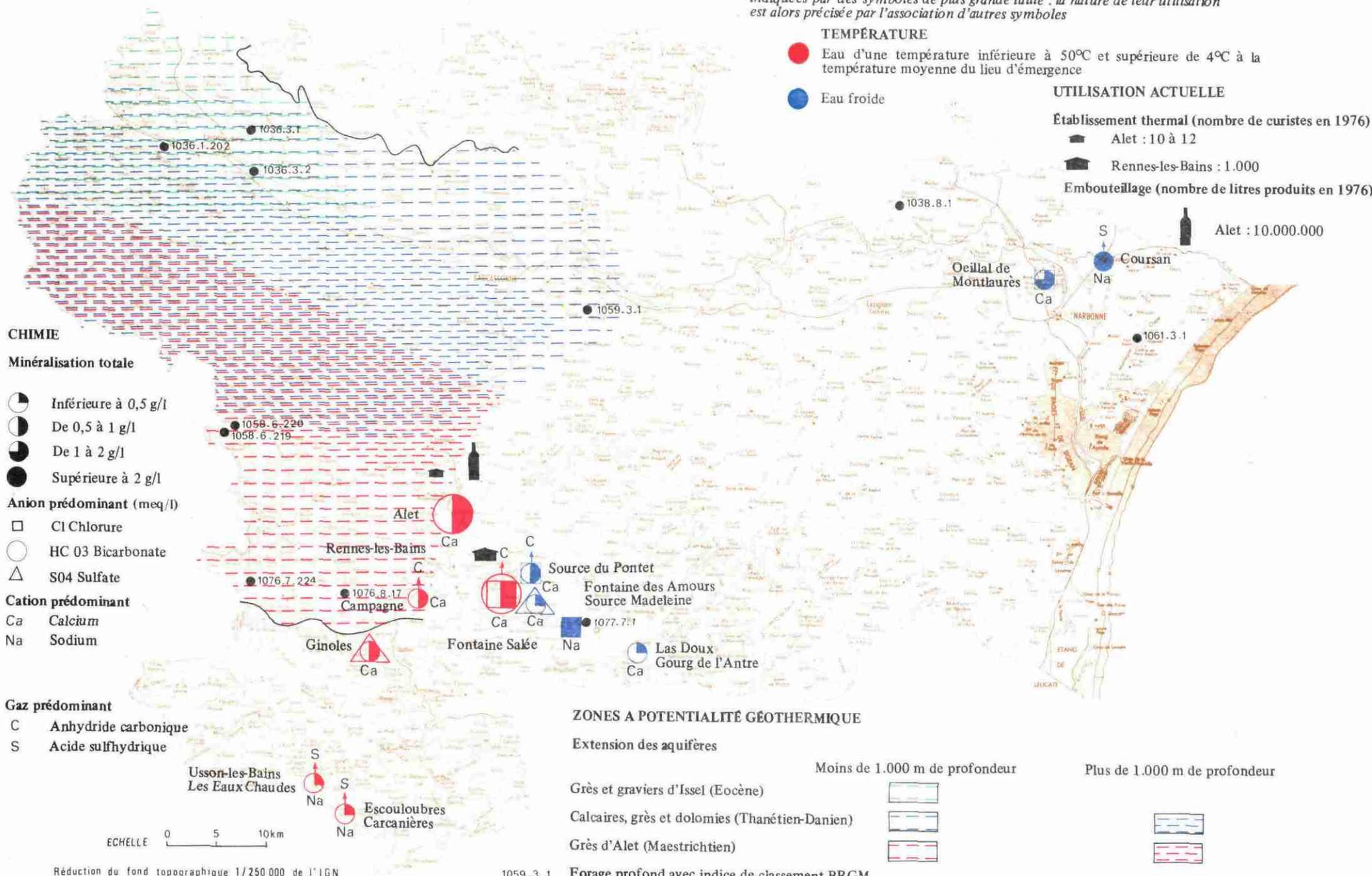
Calcaires, grès et dolomies (Thanétien-Danien)



Grès d'Alet (Maestrichtien)



Forage profond avec indice de classement BRGM



## COMMENTAIRES SUR LE THERMALISME ET LES POTENTIALITES GEOTHERMIQUES

Dans le département de l'Aude, l'activité liée au thermalisme reste relativement réduite. Les sources minérales et thermo-minérales ne sont exploitées qu'à Alet-les-Bains et Rennes-les-Bains où l'administration a délivré des autorisations d'exploitation. L'établissement thermal d'Alet (le plus petit de France) accueille une dizaine de curistes par an ; celui de Rennes-les-Bains en reçoit un millier.

Les bains de Campagne, Ginoules, Escouloubre et Usson ne fonctionnent plus. Les eaux d'Alet sont embouteillées à raison de 8 à 10 millions de bouteilles en 1976. Des travaux effectués entre 1977 et 1978 doivent permettre d'amener le trop plein des eaux thermales d'Alet à partir des sources des Eaux Chaudes, Souterraines, Orientales et Arabes, soit 40 l/s pour compléter l'alimentation en eau potable de la ville de Limoux.

Toutes les sources thermales du Sud-Ouest du département présentent des eaux hypothermales douces à température comprise entre 19 et 50°C. Il s'agit en général d'eau bicarbonatée calcique plus ou moins chlorurée comme à Rennes ou sulfatée comme à Ginoules.

Les eaux d'Alet sont des eaux digestives, toni-sédatives et diurétiques, celles de Rennes-les-Bains sont recommandées pour soigner les rhumatismes et celles de Campagne pourraient être exploitées pour traiter les maladies de l'appareil digestif et les affections du foie.

Plusieurs points d'eau présentant des anomalies concernant la température de l'eau ou une minéralisation exceptionnelle ont été représentés sur cette planche. Il s'agit de sources situées dans les grès d'Alet (Fontaine des Amours, Source Madeleine, Source du Pontet), de la Fontaine salée et de Las Doux. Cette dernière est exploitée partiellement pour l'alimentation en eau potable du village de Soulatge. La source de Malvési ou de Montlaurès et le forage artésien de Coursan figurent aussi sur la planche.

Plusieurs forages pétroliers profonds ont permis, en outre, de mettre en évidence des réservoirs d'eau douce à profondeur plus ou moins importante. Des sondages exécutés dans la région de Castelnaudary, ainsi que des forages pétroliers en complément aux campagnes de sismique réalisées pour la recherche d'hydrocarbures permettent de distinguer, dans la partie ouest du département, 3 aquifères à potentialité géothermique représentés par les grès et graviers d'Issel, d'âge Eocène moyen et supérieur, les calcaires, grès et dolomies du Thanétien ou Danien et les grès d'Alet du Maestrichtien. Les grès et graviers d'Issel sont en fait deux niveaux détritiques différents séparés par les argiles du Lutétien inférieur. En affleurement dans la région d'Issel, ces formations ne semblent pas se rencontrer à plus de 1 000 m de profondeur plus au Sud. Cependant, le gradient géothermique semble dépasser 3 degrés par 100 m. Les calcaires, grès et dolomies du Thanétien-Danien et les grès d'Alet du Maestrichtien peuvent se rencontrer à des profondeurs plus importantes, mais le gradient géothermique semble nettement plus faible, soit 2,5 à 2,7 degrés par 100 m environ.

## BIBLIOGRAPHIE SUCCINCTE

- ALOISI J.C. (1967) Etude géologique des Corbières septentrionales, région de Bizanet. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Montpellier.
- AVIAS J. (1965 et 1967) Etude hydrogéologique de la basse vallée de l'Aude. Région Cuxac d'Aude - Coursan ; région Narbonne - Mandirac - Rapports CERH, Montpellier.
- BIGOT M. (1965) Contribution à l'étude du Tertiaire du bassin de Carcassonne Montagne d'Alaric - Minervois. Thèse 3ème cycle. Faculté des Sciences, Bordeaux.
- CAMBON J.P. (1963) Contribution à l'étude hydrogéologique de la basse vallée de l'Aude. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Montpellier.
- CAMUS A., SAUVEL C. (1976) Enquêtes sanitaires réglementaires. Essai de recensement au 31 décembre 1975. Le catalogue a été complété entre 1977 et 1978 grâce au concours de la Direction départementale de l'Agriculture de l'Aude.
- CARRIE J.C. (1967) Etude hydrologique dans la basse vallée de la Cesse. Rapport BLGH, Montpellier.
- CARRIE J.C. (1968) Etude hydrologique du secteur de la Palme. Rapport BLGH, Montpellier.
- CHEYLAN G., GREVELLEC J. (1972) Recherches hydrogéologiques dans le Minervois et la région Nord-Est de Carcassonne. Secteur Montagne Noire. Rapport CNABRL, Nîmes.
- DAGNAC J.P. (1965) Etude géologique du chaînon de Fontfroide. Thèse 3ème cycle. Faculté des Sciences, Toulouse.
- DESTOMBES J.P. (1949) Contribution à l'étude du Trias salifère de la région nord-orientale des Pyrénées «Les sondages de Fitou» Aude. Publication BRGG. Paris.
- DONAT J.J. (1970) Atlas hydrologique à 1/50 000 du Languedoc-Roussillon, feuille de Béziers. Mémoires hors série CERH, Montpellier.
- ERRE M. (1977) Contribution à l'étude de l'hydrogéologie des Corbières Orientales karstiques et pseudo karstiques et des émergences littorales des cotes calcaires du Languedoc-Roussillon (Aude - Pyrénées Orientales). Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Montpellier.
- ESPARSEIL R. (1964) Ressources minérales et hydrominérales du département de l'Aude. Bulletin de la Société d'Etudes Scientifiques de l'Aude.
- FERRASSE E. (1906) L'hydrographie des bassins de la Cesse et de l'Ognon dans ses rapports avec la structure géologique. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Paris.
- FRANCOTTE J. (1965) Etude du pouvoir auto-épuration de l'Aude. Rapport BCEOM, Montpellier.
- GARNIER M. (1974) Valeurs moyennes des hauteurs de précipitations en France. Période 1951-1970. Rapport Ministère des Transports. Direction de la Météorologie nationale.
- GADEL F. (1966) Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique des Corbières Orientales (région Est) et des plaines de Rivesaltes, Lapalme, Caves et Sigean. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Montpellier.
- GOT H. (1966) Contribution à l'étude géologique et hydrogéologique de la région de Feuilla-Fitou (Corbières) et de la région de la Salanque. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Montpellier.
- GREVELLEC J. (1975) Etude du bassin versant de la sources des Tourtes. Commune de Sougraigne. DEA, Faculté des Sciences, Montpellier.
- HOUSE B., MAGET Ph. (1977) Potentiel géothermique du Bassin Aquitain. Rapport Elf Aquitaine. BRGM.
- JAFFREZO M. (1977) Guide géologique régional Pyrénées Orientales - Corbières.
- LAKSHMANAN J., LEMOINE Y. (1970) Haute vallée de l'Aude. Etude hydrogéologique. Rapport CPGF, Rueil Malmaison.
- MARCHAL J.P. (1976) Exploitation des aquifères. Risques de pollution. Basse vallée de l'Aude. Carte à l'échelle 1/100 000 et notice explicative. Rapport BRGM 73 SGN 356 LRO.
- MASSIEUX M. (1969) Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique de l'Eocène des Corbières septentrionales. Thèse 3ème cycle. Faculté des Sciences, Paris.
- PASSAVY J. (1976) Inventaire des sources thermo-minérales du Languedoc-Roussillon et esquisse d'une application géothermique des eaux chaudes. Thèse 3ème cycle, Montpellier.
- RAMBAUD A. (1966-1968) Etude hydrogéologique en vue de l'alimentation en eau du littoral du Languedoc-Roussillon. Ressources en eau utilisable pour l'alimentation de l'unité touristique D (littoral audois). Rapport CERH, Montpellier.
- THEZA M., CHAFOURI H. (1968) Etude hydrologique des sources thermo-minérales des Pyrénées. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Bordeaux.
- RINGUELET R. (1966) Possibilités d'irrigation du Minervois, du Lauragais et du Narbonnais. Rapport SRAE, Nîmes.
- ROUGER J.P. (1969) Les eaux minérales du quadrilatère audois. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Montpellier.
- SOLAGES S. (1970) Atlas hydrogéologique à 1/50000 du Languedoc-Roussillon, feuilles de Narbonne et de Leucate. Mémoire hors série CERH, Montpellier.
- TALBOT A. (1970) Contribution à l'étude de la pollution des eaux superficielles et souterraines. Rapport CERH, Montpellier.
- VALAT J.L. (1971) Etude hydrogéologique des sources thermales de Rennes-les-Bains. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Montpellier.
- VARGAS BLANCAS A. (1973) Atlas hydrogéologique au 1/50 000 du Languedoc-Roussillon. Feuille Lézignan-Corbières. Mémoire CERH, Montpellier.
- VERDEIL P. (1967) Introduction à l'étude de l'hydrologie superficielle et souterraine des bassins de l'Aude, de l'Agly et du haut bassin de l'Hers. Thèse 3ème cycle, Faculté des Sciences, Bordeaux.
- VIGUIER M. (1887) Etudes géologiques sur le département de l'Aude (Bassin de l'Aude et Corbières). Thèse Faculté des Sciences, Paris.

