

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL ET SCIENTIFIQUE

ARRONDISSEMENT MINÉRALOGIQUE DE LYON

11, rue Curie . 69 LYON-6^e — Tél. (78) 52.25.03

HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

par

A. PACHOUD

avec la collaboration de

R. AMAT-CHANTOUX



BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 — 45 Orléans (02) — Tél. (38) 66.06.60

Service géologique régional JURA - ALPES

B. P. 6083 . 69 VILLEURBANNE / Croix-Luizet — Tél. (78) 52.26.67

71 SGN 335 JAL

Octobre 1971

RESUME

=====

Le service géologique du B.R.G.M. a effectué durant l'année 1970 une étude hydrogéologique de la MAURIENNE. Ce travail, où seule la partie de la vallée comprise entre le confluent avec l'ISERE et MODANE a été abordé, a comporté un inventaire des sources des régions où une pénurie se fait sentir et une enquête sur la nappe de la vallée de l'ARC.

- Résultats :

Le déficit en eau potable que l'on constate localement n'est pas dû à de trop faibles débits, mais aux mauvaises caractéristiques physico-chimiques de l'eau liées aux conditions géologiques des versants d'où elle provient. Il en est de même pour la nappe de la vallée qui est influencée par la nature géologique des pentes qui la bordent.

- Perspectives :

Les données sur la nappe de la vallée ne sont que fragmentaires, il serait nécessaire de compléter ces informations par une campagne de mesures plus précises. Quoique la HAUTE MAURIENNE au delà de MODANE soit moins habitée, il serait intéressant d'avoir une évaluation de ses ressources aquifères, car des problèmes risquent de se poser également dans cette région à brève échéance.

Ingénieur chargé de l'étude

: A. PACHOUD

Technicien ayant collaboré à l'étude

: R. AMAT-CHANTOUX

Secrétariat

: M. AINE

SOMMAIRE
=====

1 - INTRODUCTION =====	4
2 - CADRE GEOGRAPHIQUE =====	7
21 - SITUATION ET MORPHOLOGIE	7
22 - CLIMAT	8
221 - <u>Température</u>	8
222 - <u>Vents</u>	9
23 - PRECIPITATIONS	9
24 - RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET BASSINS VERSANTS	14
25 - REGIME DES RIVIERES	15
26 - CRUES	17
27 - POPULATION ET ACTIVITES HUMAINES	17
3 - CADRE GEOLOGIQUE =====	19
31 - SCHEMA D'ENSEMBLE	19
32 - ROCHES RESERVOIRS	20
321 - <u>Terrains antéquaternaires</u>	20
322 - <u>Formations quaternaires</u>	21
4 - HYDROGEOLOGIE =====	26
41 - BILAN	26
42 - SOURCES DES PENTES	28

421 - <u>Bassin du BUGEON</u>	29
422 - <u>Bassin du GLANDON</u>	31
423 - <u>Bassin de l'ARVAN</u>	33
424 - <u>Bassin de la VALLOIRETTE</u>	36
425 - <u>Bassin du torrent de SAINT-JULIEN</u>	38
426 - <u>Partie supérieure du bassin du RUISSEAU DE LA FAVEROLLE</u>	39
427 - <u>Bassins du torrent de SAINT-JULIEN et de la GROLLAZ</u>	39
428 - <u>Bassin du BON RIEU</u>	40
43 - SOURCES DE LA VALLEE DE L'ARC	41
5 - <u>ETUDE DE LA NAPPE DE LA VALLEE DE L'ARC</u> =====	42
51 - ZONE ENTRE FOURNEAUX ET MODANE EST	42
52 - ZONE ENTRE LE FRENAY ET LA SAUSSAZ	43
53 - ZONE DE SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE A LA CHAMBRE	45
54 - ZONE COMPRISE ENTRE LA CHAMBRE ET LA VALLEE DE L'ISERE	50
55 - CONCLUSIONS SUR LA NAPPE	53
551 - <u>Répercussions des travaux de génie civil sur la nappe</u>	53
6 - <u>QUALITES CHIMIQUES DE L'EAU</u> =====	54
7 - <u>POLLUTION</u> =====	54
8 - <u>RESSOURCES EN EAU POTABLE</u> =====	55
81 - PROCEDE ACTUEL DE RECHERCHE	57
82 - METHODE PRECONISEE	58
9 - <u>CONCLUSIONS</u> =====	60

LISTE DES FIGURES

=====

21	- Situation générale de l'étude.	6
23 a	- Carte des isohyètes moyennes.	10
23 b	- Courbes des moyennes mensuelles pluviométriques au poste du THYL.	12
24	- Profil en long de l'ARC.	13
25	- Courbe des débits mensuels moyens de l'ARC au Pont de la MADELEINE.	16
322 a	- Coupes de trois sondages dans les alluvions de la vallée de l'ARC.	23
322 b	- Perméabilité des alluvions suivant une coupe transversale (n° 1) à la vallée de l'ARC à l'amont du barrage du Pont des CHEVRES.	24
322 c	- Coupe géologique n° 2 de la vallée de l'ARC à l'amont du barrage du Pont des CHEVRES d'après les sondages E.D.F.	25
42 a	- Vallée du GLANDON - Rive gauche	34
42 b	- Courbes de débit de quatre torrents affluents du GLANDON.	35
52	- Courbes piézométriques - Echelles en rivière Débit de l'ARC pour l'année 1966.	44
52 b	- Renseignements hydrogéologiques à la SAUSSAZ (amont de ST MICHEL de MAURIENNE).	46
53 a	- Renseignements hydrogéologiques sur la plaine en aval de ST JEAN de MAURIENNE.	49
81	- Jaugeages durant l'hiver 1970 - 1971 du Ruisseau des MOULINS (Albanne).	56

Planche I	- Carte hydrogéologique de la MAURIENNE occidentale à l'échelle du 1/100 000 e.	
Planche II a	- Vallée de l'ARC (Files la ROCHETTE n° 2.3.6.7)	
" II b	- Vallée de l'ARC (Files SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE n° 2.3.7.3).	
" II c	- Vallée de l'ARC (Files MODANE n° 5.3.7.).	

1 - INTRODUCTION

=====

Le nom de MAURIENNE s'applique non seulement à la vallée de l'ARC mais aussi à toutes les hautes vallées et aux massifs montagneux constituant le bassin versant de cette rivière avant sa jonction avec l'ISERE à l'OUEST, dans le sillon alpin. L'étude hydrogéologique complète de cette région est un vaste programme car :

- ses caractères géographiques, géologiques et hydrauliques sont très variés.
- certains facteurs sont encore mal connus notamment ceux concernant l'hydrogéologie de la haute montagne.
- deux systèmes aquifères sont concernés : eau gravitaire
eau de nappe.

Aussi, dans ce premier rapport qui ne peut être exhaustif nous avons choisi de traiter plus spécialement les problèmes qui sont le plus en rapport avec les recherches d'eau actuelles car il semble y avoir contradiction entre le débit annuel moyen de l'ARC qui est de 36 m³/s. au pont de la MADELINE (entre PONTAMAFREY et la CHAMBRE) et l'affirmation courante que : "la MAURIENNE manque d'eau" malgré une densité de population relativement restreinte.

C'est pourquoi nous nous sommes limités dans ce travail à l'étude des ressources en eau de la région la plus habitée c'est-à-dire celle comprise entre :

- à l'O le début de la vallée de l'ARC.
- à l'E la localité de MODANE.

.../...

Nous avons cependant traité les questions d'ordre géographique dans le cadre de l'ensemble de la MAURIENNE.

La carte hydrogéologique que nous avons dressée n'est pas du modèle classique : le plus souvent ces cartes sont établies d'après la lithologie des terrains pour montrer leur qualité de réservoir, mais en MAURIENNE, mis à part le gypse du Trias et les formations superficielles, aucun horizon géologique ne possède une perméabilité primaire appréciable, l'eau circule uniquement par des fissures dans la roche en place. Etablir une carte conventionnelle revient donc à faire la cartographie du Trias et du Quaternaire ce qui n'a aucun intérêt pour l'aquifère utilisable car :

- l'eau du gypse est sulfatée.
- les qualités de l'eau des formations superficielles dépendent surtout de la roche sous jacente traversée.

Nous avons donc préféré baser notre carte sur les caractères chimiques montrant l'aptitude des terrains à donner une eau plus ou moins minéralisée c'est-à-dire plus ou moins potable.

L'analyse des données a été réalisée par :

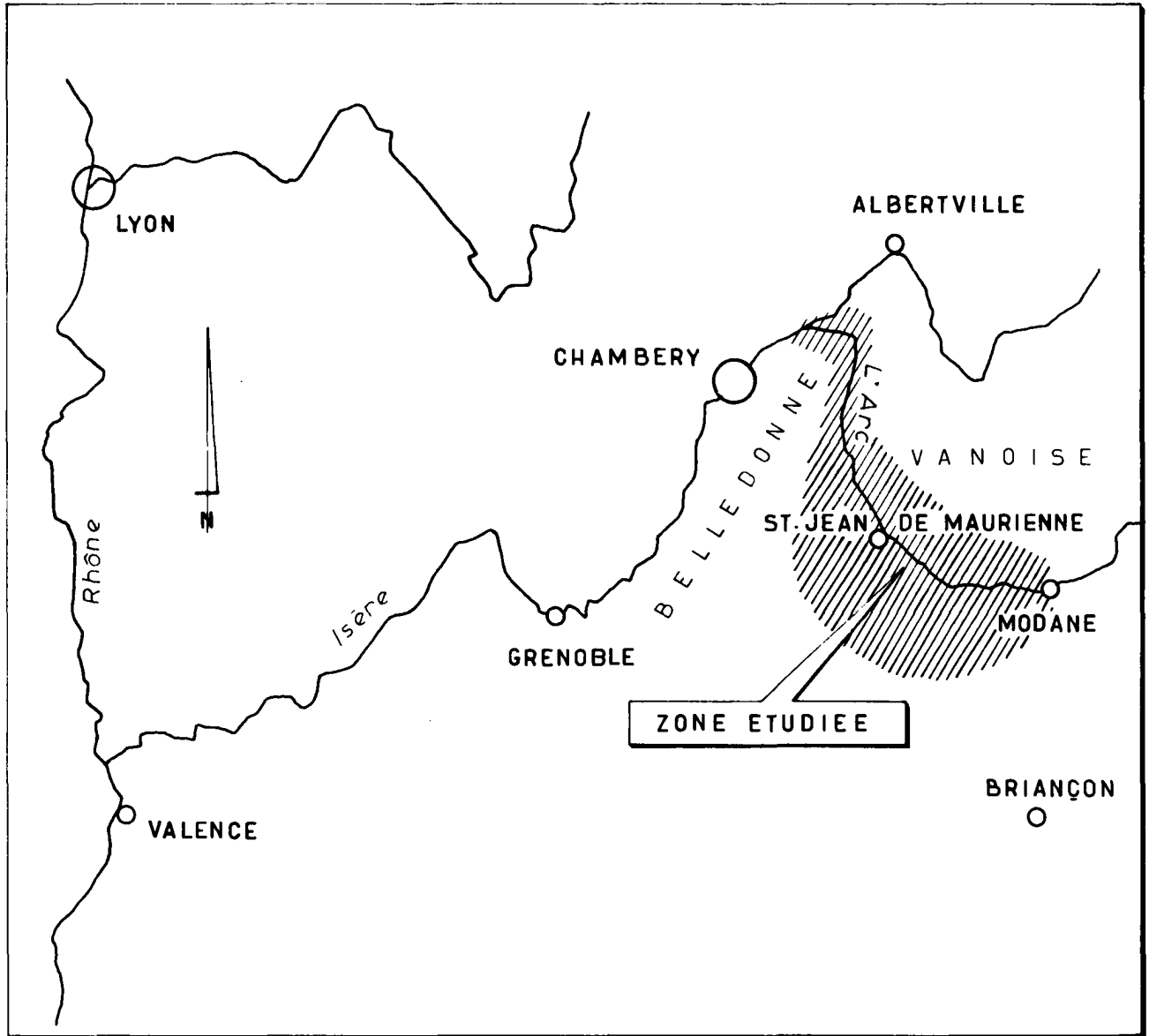
- campagnes de terrain pour l'étude de l'eau gravitaire.
- enquêtes auprès des Collectivités et des Industries pour l'étude de la nappe de la vallée de l'ARC.
- synthèse de la documentation EDF : coupes géologiques de forages et de puits, piézométrie, mesures de débits, pluviométrie, etc...

La bibliographie extra géologique se résume aux ouvrages magistraux de :

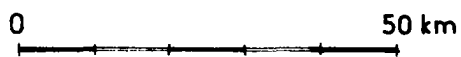
- R. BLANCHARD - Les ALPES françaises.
- J. LOUGIN - Les torrents de SAVOIE - 1914.
- M. ONDE - MAURIENNE et TARENTAISE - 1938.
- M. PARDE - Le régime du RHONE - 1925.

HYDROGEOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

PLAN DE SITUATION GENERALE



ECHELLE 1/1 000 000



2 - CADRE GEOGRAPHIQUE

=====

21 - SITUATION ET MORPHOLOGIE

La MAURIENNE ou bassin versant de l'ARC, affluent de l'ISERE, se trouve en SAVOIE et comprend essentiellement :

- une vallée en arc de cercle où coule la rivière, orientée grosso modo EST-OUEST, longue de 110 km entre son extrémité occidentale et le village de BONNEVAL à l'EST. Elle est en général très étroite mais varie selon les unités géologiques qu'elle traverse, elle est beaucoup plus régulière et large souvent d'1 km dans le massif cristallin de BELLEDONNE tandis qu'à travers les massifs schisteux seul le lit de la rivière occupe parfois le fond de la vallée.

Son altitude croit régulièrement d'OUEST en EST :

- 306 m au PONT D'AITON,
 - 1 096 m à MODANE,
 - 1 820 m à BONNEVAL.
- de hautes vallées qui débouchent de part et d'autre de l'ARC, elles sont pour la plupart d'origine glaciaire : la plus importante en superficie et la plus longue est le pays des ARVES ou bassin de l'ARVAN.
 - des massifs montagneux qui culminent à 3 500 - 3 600 mètres : Aiguilles d'ARVES, aiguilles de PECLLET, DENT PARRACHEE, au delà de MODANE : Aiguilles de SCOLETTE, LEVANNA.

Ils enserrrent étroitement les dépressions précédentes.

La MAURIENNE est un pays de montagne, 8 % de son étendue se trouve au dessus de 3 000 m. Des glaciers subsistent, M. ONDE (1938) estimait leur superficie à 108 km², mais ils sont en régression, quoique les chiffres donnés par des publications récentes sont contradictoires, on peut estimer que leur surface actuelle est nettement inférieure à 100 km².

.../...

Les glaciers actuels se trouvent :

- à la frontière franco-italienne à l'EST de
LANBLEVILLARD.
- sur certains versants du massif de la VANOISE.
- dans les GRANDES ROUSSES au SUD-OUEST : au pied
du PIC de L'ETENDARD.
- dans de petits cirques de la chaîne de BELLEDONNE.

Le modelé actuel des vallées est dû pour une bonne part à l'action des anciens glaciers du début du Quaternaire, et également, surtout dans le bassin de l'ARVAN et entre ST-MICHEL de MAURIENNE et RODANE, à d'importants glissements de terrain qui ont affecté des pans entiers de montagne au début de notre ère. D'après J. GOGUEL beaucoup de cônes de déjection qui encombrant la vallée de l'ARC seraient le résultat d'anciennes coulées boueuses datant aussi de cette période.

Lorsqu'on parcourt ou que l'on survole cette région, on s'aperçoit que les cours d'eau actuels ont creusé leur lit à partir d'anciens fonds de vallée aux pentes régulières qui se trouvent actuellement à flanc de montagne, les exemples sont nombreux notamment dans le pays des ARVES, la vallée du BUGEON, etc... Le long de l'ARC, l'ancienne vallée se trouve environ à 30 m au dessus du niveau de la rivière actuelle, les méandres surélevés, transformés en prairies sont bien visibles à l'amont et à l'aval de RODANE par exemple. D'autre part, bien souvent, l'ARC est obligé d'entailler fortement le pied des vieux cônes torrentiels pour pouvoir les contourner.

22 - CLIMAT

221 - Température

Bien que la MAURIENNE soit un pays de montagne et que sa température moyenne soit celle d'un pays relativement froid, il est reconnu que cette région jouit d'un climat un peu plus tempéré, à altitudes égales, que celle des autres massifs savoyards.

.../...

La vallée de l'ARC au delà de SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE s'apparente davantage à certains bassins de l'OISAN plutôt qu'à ceux de TARENTEISE ou du BEAUFORTIN.

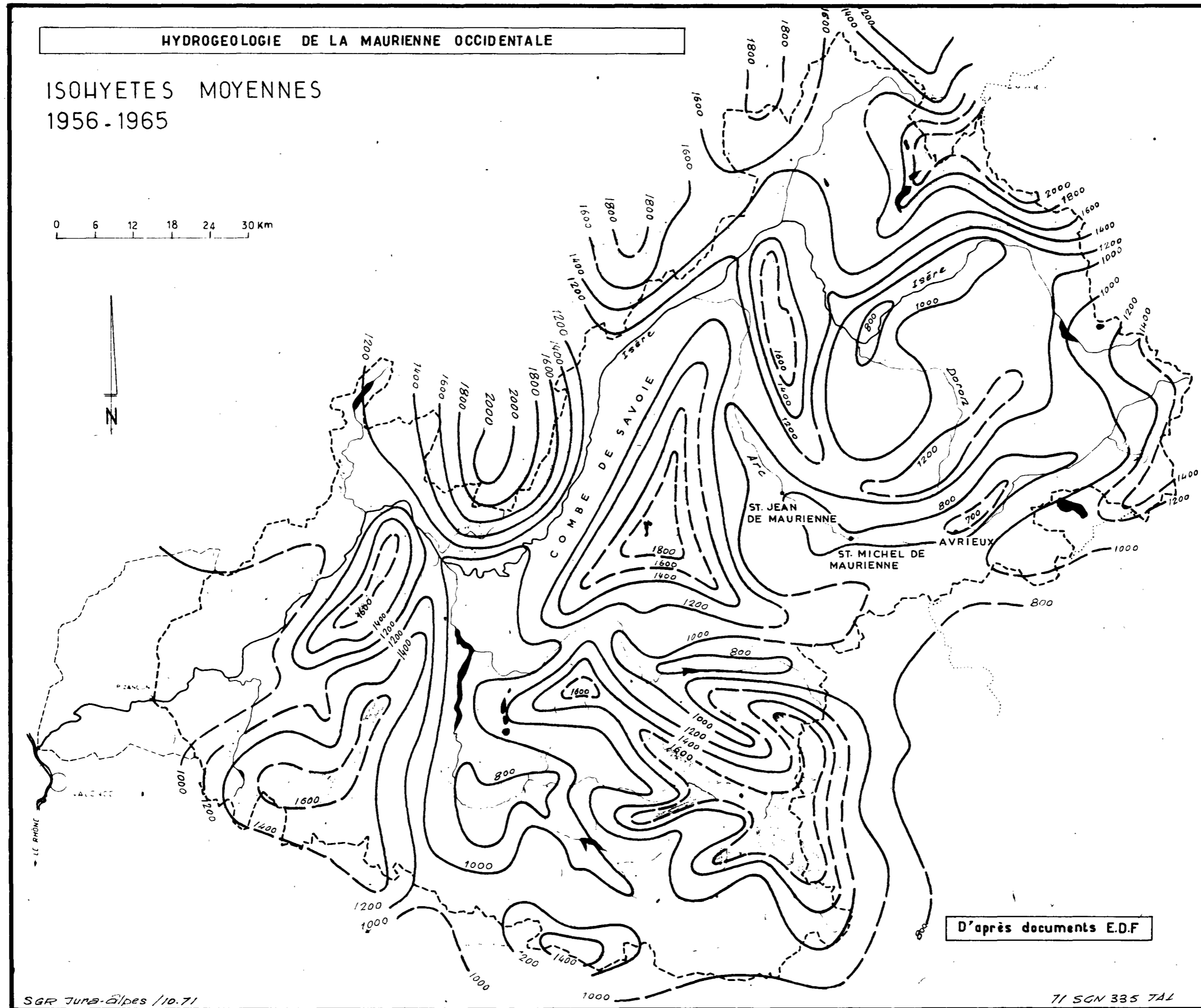
La moyenne des températures sur 5 ans est de 9 degrés à SAINTE-MARIE-DE-CUINES (altitude 545 m), elle est de 7 degrés au THYL (altitude 1 380 m). Elle s'abaisse donc avec l'altitude, le gradient négatif varie légèrement avec les saisons : il passe par un maximum vers avril-mai et un minimum vers décembre-janvier. Toutefois, les inversions de température sont fréquentes. Presqu'autant que l'altitude, l'exposition influence la température. La rive droite de l'ARC, mieux ensoleillée est plus chaude que la rive gauche. Certaines régions même à faible altitude ne reçoivent pas les rayons du soleil pendant plusieurs mois d'hiver d'où des moyennes particulièrement basses.

222 - Vents

Les vents dominants sont ceux d'OUEST et d'EST, c'est dire que le long de l'ARC ils suivent la rivière. Mais comme dans toute région montagneuse, les vents locaux ont une grande importance. C'est ainsi que le débouché des hautes vallées est très souvent parcouru par des courants assez forts, de même l'échauffement de certaines parois bien exposées au soleil détermine de fortes ascendances.

23 - PRECIPITATIONS

La carte des précipitations (fig. 23 a) montre que la MAURIENNE est un peu plus sèche que la plupart des autres régions des ALPES du NORD. Ainsi, entre les années 1956 - 1965 AVRIEUX à l'EST de MODANE à l'altitude de 1 100 m n'a reçu qu'une moyenne annuelle de 550 mm, tandis que pendant la même période, ARECHES dans le BEAUFORTIN, à 1 030 m, recevait 1 457 mm et que LES DESERTS à 1 015 m dans le MASSIF DES BAUGES totalisait annuellement 1 600 mm toujours durant le même laps de temps.



Cette faible valeur des hauteurs d'eau est due à l'écran protecteur que constitue la chaîne de BELLEDONNE pour la MAURIENNE vis-à-vis des influences océaniques. Cette relative indépendance de cette région à l'égard de l'humidité venue de l'OUEST est pour ainsi dire visible : bien souvent en hiver alors que le brouillard emplit toutes les vallées des chaînes subalpines, ainsi que l'ensemble du sillon alpin de GRENOBLE à UGINE, des nappes de nuage réussissent à se faufiler dans la MAURIENNE jusqu'à SAINT-JEAN, au delà le soleil brille sur la vallée et la montagne.

Les précipitations augmentent avec l'altitude, mais cette croissance n'est pas linéaire il semble y avoir un maximum vers 2 500 - 3 000 m.

Les plus fortes chutes ont lieu durant les mois d'hiver (fig. 23 b) et tombent alors sous forme de neige. D'après M. BOISVERT, pour les régions situées au dessus de 1 000 m, la neige entre dans le total des précipitations selon les pourcentages suivant : 33 % à 1 000 m, 40 % à 1 500 m, + 50 % à 2 000 m alors qu'à CHAMBERY à 300 m d'altitude la part de la neige est seulement de 9,6 %. A altitudes égales la MAURIENNE est moins enneigée que la TARENTAISE.

- ST-JEAN-DE-MAURIENNE	(550 m)	hauteur de neige	0,8 m
- MOUTIERS	(480 m)	" " "	1 m
- ST-MARTIN-DE-LA-PORTE	(820 m)	" " "	1,7 m
- BOZEL	(830 m)	" " "	2 m

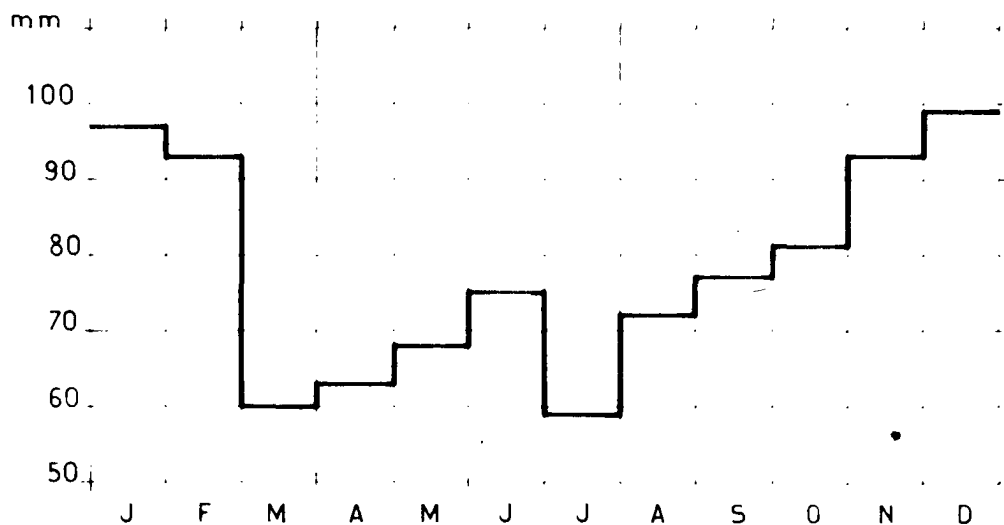
Pour les hautes altitudes, ce "retard" de la MAURIENNE est moins évident. L'orientation des massifs et surtout les vents jouent alors un grand rôle dans les accumulations neigeuses.

L'alimentation de l'ARC et de ses affluents sera donc liée étroitement à la fonte des neiges.

.../...

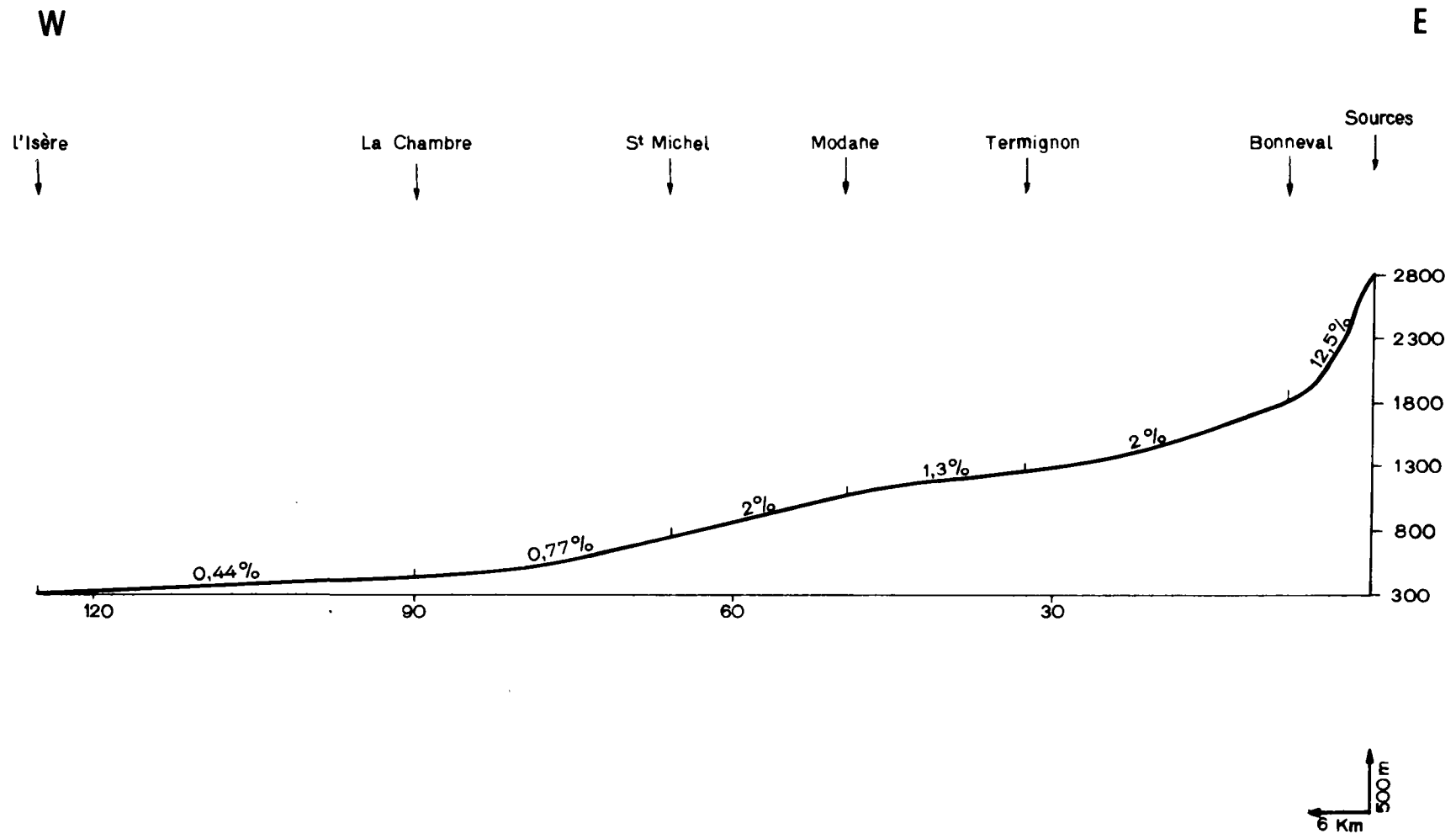
HYDROGEOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

COURBE DES MOYENNES MENSUELLES PLUVIOMETRIQUES
AU POSTE METEOROLOGIQUE DU THYL (1340 m) AU-DESSUS
DE ST.MICHEL DE MAURIENNE DURANT LA PERIODE DE
1936-1965



HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

Profil en long de l'Arc



24 - RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET BASSINS VERSANTS

L'ARC, long de 127 km, a ses sources au pied d'un glacier sur la frontière franco-italienne vers 2 800 m d'altitude, son bassin versant a une superficie de 2 097 km². Son eau est bien souvent trouble, surtout à partir de SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE, à cause des particules argileuses provenant de la désagrégation des schistes qu'il charrie. La fig. 24 donne son profil en long.

Tout au long de son parcours il reçoit des torrents d'inégale importance provenant des différents massifs montagneux recoupés en cluse par la vallée de la rivière.

En rive droite, son affluent le plus long est le DORON de TERMIGNON provenant du MASSIF de la VANOISE (en dehors de l'étude), mais à partir de MODANE tous les affluents de cette rive seront caractérisés par un bassin versant réduit et un profil très raide.

En rive gauche, à partir de MODANE, au contraire, l'ARC reçoit des torrents assez longs comme la VALLOIRETTE, l'ARVAN, le GLANDON.

Cette dysséométrie des bassins versants dans la partie occidentale de la MAURIENNE de part et d'autre de l'ARC est un fait remarquable.

En rive droite, le BUGEON excepté, les bassins récepteurs ont des superficies de quelques kilomètres carrés ou tout au plus sont compris entre 10 et 20 km² tels celui de la GROLLAZ, du torrent de SAINT-MARTIN, du torrent d'HERMILLON de la RAVOIRE etc..., alors qu'en rive gauche, le bassin de VALLOIRETTE atteint 148 km², celui de l'ARVAN 193 km², du GLANDON 111 km². Cette plus grande ampleur des surfaces au SUD de la vallée de l'ARC ne s'explique pas, a priori, par la disposition des grandes unités structurales, qui comme nous le verrons par la suite sont perpendiculaires au cours de la rivière. C'est ici un problème morphologique qui sort du cadre de cette étude.

.../...

Considéré dans leur ensemble la répartition et l'importance des bassins sont déterminées néanmoins par les conditions géologiques : alors que dans les roches dures cristallines de BELLEDONNE les zones collectrices sont étroites et courtes et les profils des cours d'eau très raides, c'est dans les terrains tendres du Lias que l'on rencontrera les affluents ayant les bassins les plus vastes tel l'ARVAN, le GLANDON, le BUGEON.

Il faut aussi noter que certaines parmi les plus importantes surfaces réceptrices se trouvent dans la zone de contact des grandes unités structurales géologiques. C'est ainsi que le GLANDON et le BUGEON coulent le long du passage du massif cristallin de BELLEDONNE aux schistes du Lias, toutefois leur lit ne suit pas toujours exactement la limite des terrains, souvent il lui est plus facile de s'installer dans le Lias. Il en est de même pour la VALLOIRETTE venant du GALIBIER dont la vallée suit la zone de contact entre le Flysch à l'Ouest et le Houiller briançonnais à l'Est. Il est vrai que le passage entre ces deux grandes unités alpines se fait par l'intermédiaire de niveaux tendres du Trias et du Secondaire qui ont été facilement creusés par le torrent.

Les bassins les plus importants déterminent les hautes vallées.

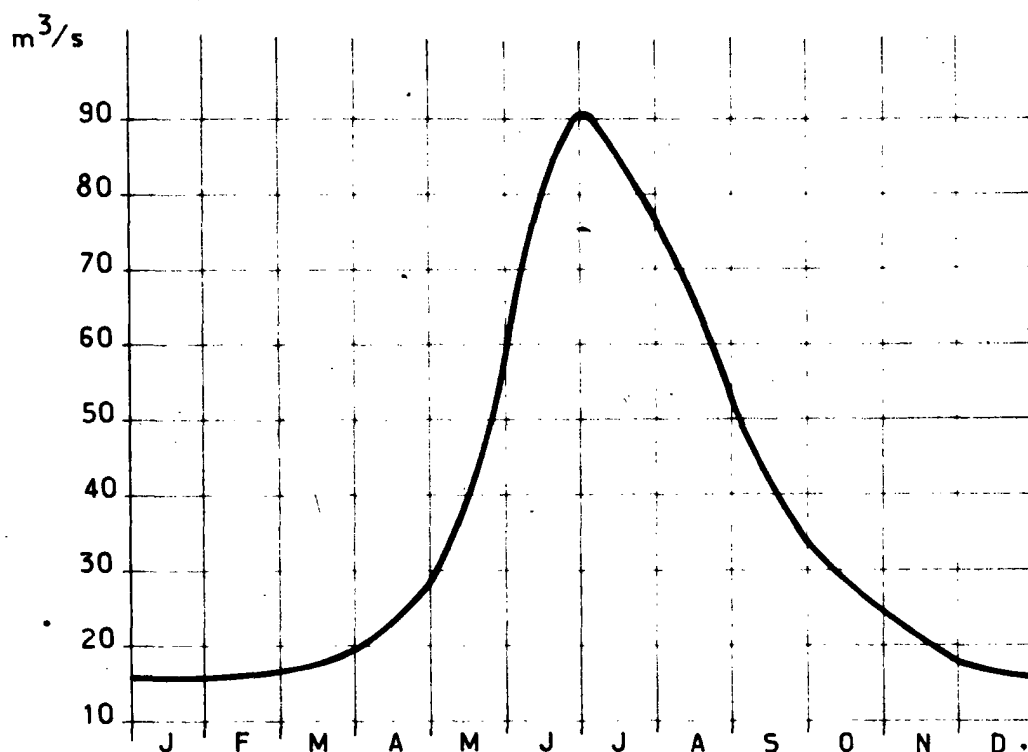
25 - REGIME DES RIVIERES

La crue principale des cours d'eau de MAURIENNE, comme pour le reste des ALPES DU NORD se trouve décalée de plusieurs mois par rapport au maximum des précipitations du fait de la rétention nivale. Elle a lieu au printemps (voir fig. 23 b et 25).

.../...

HYDROGEOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

COURBE DES DEBITS MENSUELS MOYENS DE L'ARC
AU PONT DE LA MADELEINE DURANT LA PERIODE DE
1954-1967



SGR. Jura Alpes

M. PARDE distingue :

- le régime nival : la crue a lieu à la fonte des neiges, le maximum se situe en juin, c'est le cas pour tous les affluents de l'ARC depuis AIGUEBELLE jusqu'à MODANE.
- le régime glaciaire : la crue se situe en août, lorsque les glaciers fondent durant l'été. Ce régime concerne le haut bassin de l'ARC.

La courbe des débits mensuels de l'ARC au pont de la MADELEINE (fig. 25) montre que cette rivière dont les sources sont situées au pied d'un glacier a un régime nival sous l'influence de ses nombreux affluents. Il est à remarquer que l'ARC a des débits d'été plus forts et des étiages hivernaux plus faibles que les cours d'eau de TARENTAISE.

26 - CRUES

Les crues de l'ARC ont de tout temps dévasté la MAURIENNE. M. MONGIN en a établi la chronologie depuis le Moyen-Age jusqu'au début de ce siècle. D'après cet auteur lors de la crue de 1908 l'ARC atteignit un débit de 1 000 m³/s. Plus près de nous, en juin 1957, après un fort réchauffement qui provoqua une fonte brutale de la neige, l'ARC au pont de la MADELEINE passa de 62 m³/s le 12 juin à 420 m³/s le 14.

La lutte contre les inondations par la construction de digues et la rectification du tracé du lit de la rivière a été entreprise dès le XVe siècle.

27 - POPULATION ET ACTIVITES HUMAINES

La MAURIENNE compte actuellement 47 500 habitants dont 35 000 environ dans la partie de cette région que nous étudions plus spécialement ici, entre MODANE et AITON.

.../...

La vallée de l'ARC comprend un certain nombre de petites villes : SAINT-JEAN-DE-AURIEUNE, SAINT-MICHEL-DE-AURIEUNE, MODANE, AIGUEBELLE, LA CHAMBRE. Elles sont établies en général au débouché d'une haute vallée.

Fait remarquable, chaque fois que la vallée de l'ARC n'est pas trop étroite, les maisons sont construites sur un ancien cône torrentiel pour deux raisons : fuir les inondations et profiter des sols fertiles du cône.

Il fut un temps où les hautes vallées comme celle des ARVES par exemple étaient très peuplées car elles constituaient pour leurs habitants un refuge beaucoup plus calme que la vallée de l'ARC, lieu de passage très fréquenté au cours de l'histoire, ^{entre} la FRANCE et l'ITALIE. L'activité était alors agricole et pastorale.

A la fin du siècle dernier et au début de celui-ci des industries principalement chimiques se sont installées le long de la rivière attirées par la houille blanche. Ces usines puisent l'eau industrielle dont elles ont besoin dans la nappe de la vallée, certaines cependant s'alimentent uniquement à des sources ou au réseau de la commune lorsqu'il est suffisant.

Actuellement l'élevage et la culture sont en nette régression. Le paysan vient travailler dans les industries de la plaine, mais seuls les villages les plus élevés et à l'écart, non situés sur une voie de communication, ont été abandonnés, les autres subsistent accrochés au flanc de la montagne, l'homme descend chaque jour pour faire son poste à l'usine tandis que la femme s'occupe du travail de la terre.

Un effort est fait aujourd'hui pour développer le tourisme notamment les stations de sport d'hiver. Pour un certain nombre d'entre elles l'alimentation en eau potable est un problème non résolu.

.../...

3 - CADRE GEOLOGIQUE

=====

31 - SCHEMA D'ENSEMBLE (Pl I)

La vallée de l'ARC recoupe perpendiculairement la plupart des grandes unités structurales des ALPES françaises du NORD.

Ses sources se trouvent dans la zone des schistes lustrés des ALPES internes. Puis, à partir de TERMIGNON la rivière coule dans la nappe des gypses, tandis que le versant de la rive droite est constitué par des quartzites, des cargneules et du calcaire du MASSIF de la VANOISE, et que sur le versant de la rive gauche se continue la nappe des schistes lustrés.

Entre MODANE et SAINT-MICHEL la vallée traverse l'important massif de grès et schistes du houiller briançonnais. A l'aval de SAINT-MICHEL la rivière recoupe des gypses, des schistes et des calcaires appartenant à la zone subbriançonnaise qui précède l'unité du flysch ultra-dauphinois. Depuis VILLARCLEMENT et jusqu'à LA CHAMBRE, l'ARC traverse une énorme masse de schistes, de calcaires argileux et de gypse appartenant aux unités ultra-dauphinoises et dauphinoises orientales.

Le petit massif cristallin du ROCNERAY (ou FORET du SAPEY) n'a pratiquement pas d'influence sur les propriétés chimiques des eaux.

A l'OUEST de la CHAMBRE et jusqu'à AIGUEBELLE, l'ARC a creusé son lit dans le massif cristallin de BELLEDONNE dont les sources sont très peu minéralisées. A l'OUEST de cette importante chaîne on retrouve quelques collines de schistes du LIAS et DOGGER avant d'arriver au sillon alpin où le confluent de l'ARC et de l'ISERE est dominé par le MASSIF des BAUGES appartenant aux chaînes subalpines.

.../...

32 - ROCHES RESERVOIRS

321 - Terrains antéquatérnaires

Sauf le TRIAS toutes les unités stratigraphiques que nous venons de citer ci-dessus sont imperméables. L'eau circule dans ces roches par les nombreuses fissures qui les accidentent, il s'agit donc d'une perméabilité secondaire plus ou moins importante suivant le degré d'ouverture de la fracture.

Le TRIAS occupe une place à part, car certains bancs de cet étage : cargneules, gypse sont très perméables. Le gypse, notamment, présente de nombreuses cavités où l'eau s'infiltré, il se crée ainsi parfois de petits cours d'eau souterrains. Par exemple le fait que les crues de la VALLOIRETTE sont très ralenties par rapport à celles de son affluent la NEVACHETTE, s'explique par les pertes qui se produisent dans le gypse occupant une partie du lit du torrent, l'eau est restituée par la suite d'où un débit d'étiage beaucoup plus lent à s'établir. Le TRIAS a ici un rôle de réservoir régulateur. Il se peut d'ailleurs qu'une partie des infiltrations ne ressortent pas dans le torrent, car la VALLOIRETTE a un débit moyen relativement faible.

Autre exemple : le torrent de la GROLLAZ, en rive droite, descend de la région de BEAUNE au-dessus de SAINT-MICHEL. Son débit au printemps est supérieur à 1 m³/s. Lorsqu'il arrive dans la zone à gypse sur le rebord oriental du PERON des ENCOMBRES le torrent s'engouffre en totalité dans une cavité, son cours souterrain est souligné par un certain nombre de trous, l'eau ressort par l'un d'eux en période de crue, mais le point d'aboutissement habituel n'est pas connu, il se situe probablement dans la nappe de la vallée de l'ARC. Dans la même région, mais beaucoup plus haut dans la zone à gypse, une forte résurgence appelée l'eau blanche sort au flanc de la paroi.

.../...

Ainsi il existe en LAURIENNE un véritable réseau aquifère souterrain dans le gypse. Certaines sources sulfatées dans la vallée ^{entre} SAINT-JEAN et les CHAVANNES doivent certainement être liées à ces phénomènes, qui sont fort mal connus car ils n'ont encore jamais fait l'objet d'études systématiques.

322 - Formations quaternaires

La plupart des sources sont situées non pas au niveau de la roche en place, mais dans des formations provenant de l'altération de la montagne : moraines, éboulis, terrains glissés, alluvions des vallées.

Moraines : Anciennes ou actuelles, parfois sous forme de glaciers rocheux, elles sont très nombreuses. A leur pied ou sur leurs flancs jaillissent des sources la plupart du temps abondantes. Le parcours de l'eau à l'intérieur de ces masses de blocs est capricieux et imprévisible.

Éboulis : Dans la chaîne cristalline de BELLEDONNE les éboulis ont bien souvent les mêmes propriétés que les moraines. Les eaux circulent par des chenaux zigzaguant et ressortent au bas de la formation avec d'assez forts débits.

Par contre dans les pays plus schisteux comme le LIAS, le FLYSCH ou le HOUILLER, les éboulis sont plus argileux la diffusion de l'eau est plus grande, les sources bien souvent comprennent un certain nombre de petites émergences dispersées sur une petite surface.

Terrains glissés : Un certain nombre de sources se situent au pied de la loupe de départ des glissements, l'eau, en général, s'infiltré à nouveau dans les terrains remaniés pour donner d'autres émergences plus en aval.

.../...

Alluvions : La vallée de l'ARC est emplie d'alluvions torrentielles dont l'épaisseur maximum est inconnue. Pour établir un barrage au PONT des CHEVRES, l'E.D.F. a effectué de nombreux sondages mais le substratum n'a pas été atteint au centre de la vallée où les forages les plus profonds 60 et 48 m sont restés dans les alluvions. Ces formations comprennent des blocs, des galets, et des sables, et parfois de l'argile, disposés sous forme de lentilles d'où une perméabilité hétérogène. Les fig. 322, a, b, c, donnent des valeurs de la perméabilité, ces chiffres ne sont valables que pour un secteur bien déterminé, étant donné la sédimentation lenticulaire, comme le montre la différence entre les coupes b et c cependant très proches l'une de l'autre.

D'après les résultats des pompages effectués sur l'ensemble de la vallée il semble que la perméabilité moyenne soit très acceptable et que, souvent, elle va en s'améliorant avec la profondeur.

Par endroits, par exemple à SAINT-MICHEL et à la CHAMBRE, un niveau imperméable existe en surface mais la densité des forages dont nous disposons ne nous permet pas de généraliser à l'ensemble de la vallée.

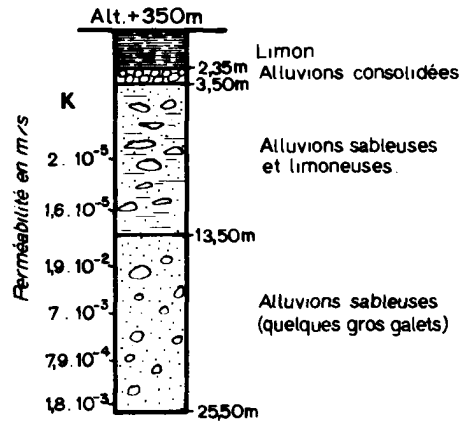
Quant à la forme du substratum rocheux, la coupe transversale passant par une suite de forages effectués sur le chantier du PONT des CHEVRES (fig. 322 - c) montre que les grès et schistes du houiller s'approfondissent brusquement en un sillon étroit. Celui-ci ressemblerait assez au lit d'un torrent sous glaciaire qui aurait été creusé dans la roche en place. Mais ceci n'est qu'une hypothèse qui demande à être confirmée par des forages plus profonds. Il doit également exister des verroux rocheux au travers de la vallée; en citant toujours comme exemple la région du PONT des CHEVRES puisque c'est là que nous disposons du maximum d'informations, le substratum remonte vers l'OUEST, le site du PONT doit correspondre à un verrou.

.../...

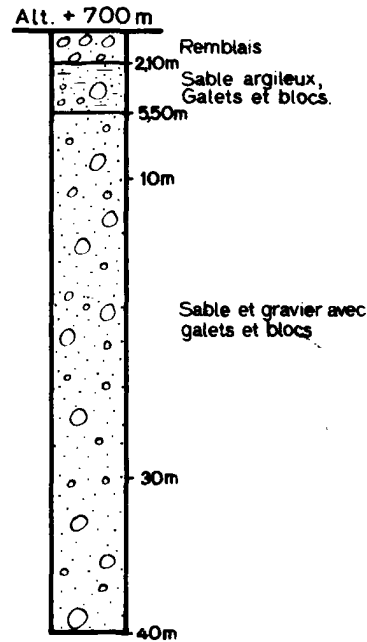
HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

Coupes de 3 sondages dans les alluvions de la vallée de l'arc

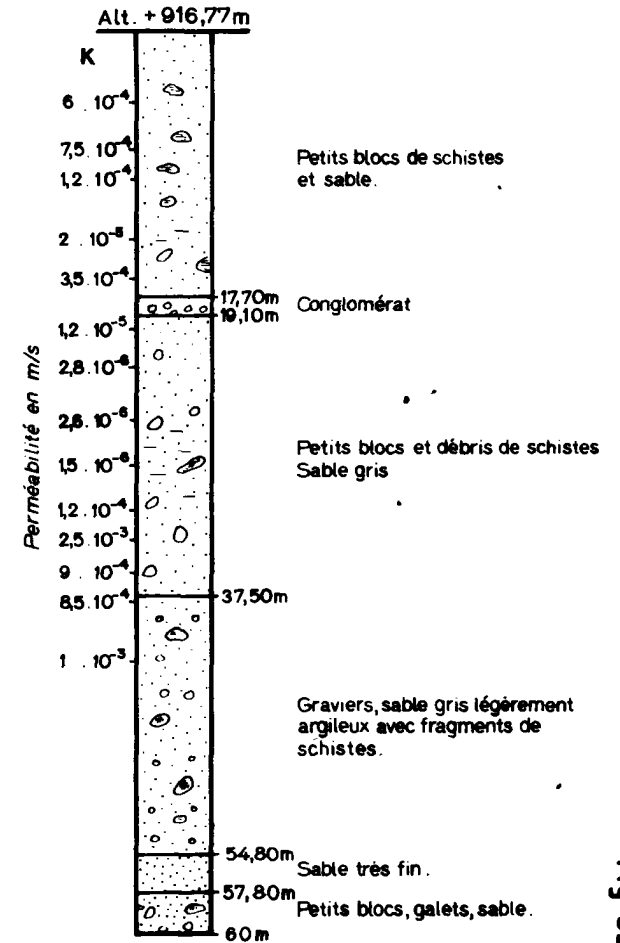
la Chambre



S^t Michel de Maurienne



Orelle

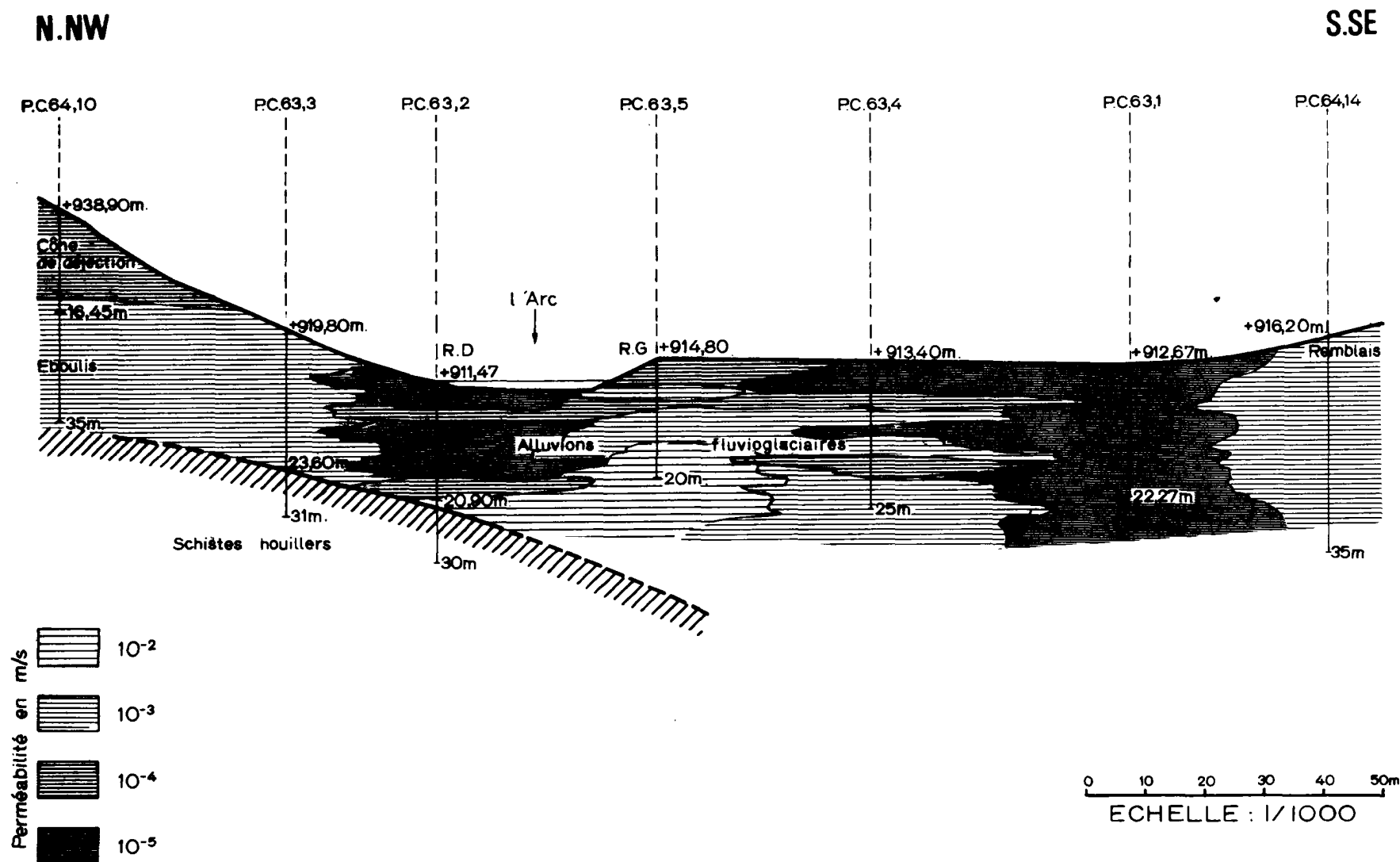


ECHELLE: 1/500

HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

Perméabilité des alluvions suivant une coupe transversale (n°1) à la vallée de l'Arc,
à l'amont du barrage du pont des chèvres (Cne d'Orelle).

BRGM / SGR TURA-ALPES / 10 71

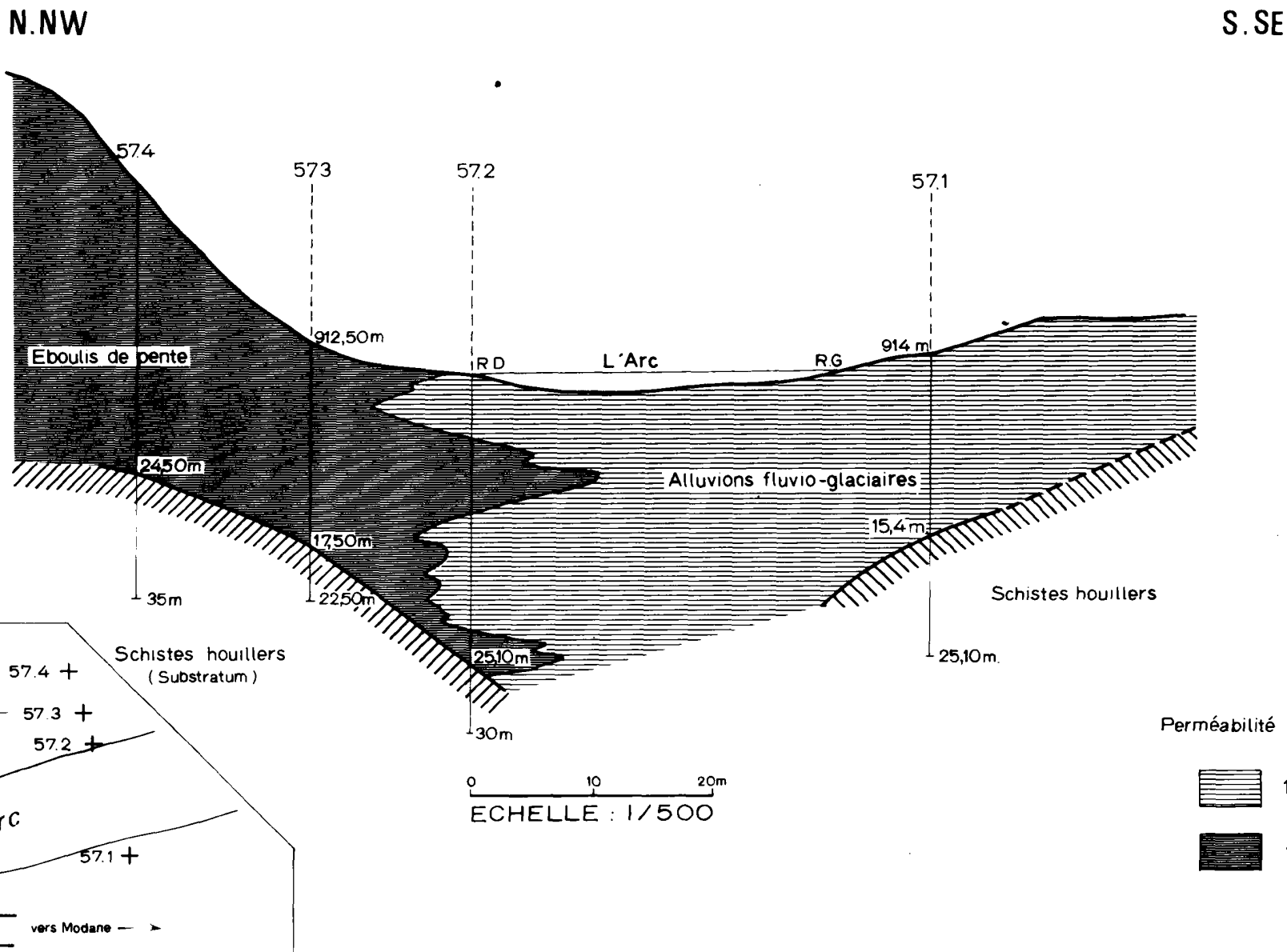


71 SGN 335 TAL

HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

Coupe géologique n°2 de la vallée de l'Arc à l'amont du barrage du pont des chèvres, (C^{ne} d'Orelle) d'après des sondages E.D.F.

BRGM / SGR TURA ALPES, 10.71
71 SGN 385 741



Les cônes torrentiels : La vallée de l'ARC est encombrée de cônes de toutes tailles dont certains sont très importants tel celui de LA CHAPELLE que la rivière, la voie ferrée, et la route sont obligées de contourner. Beaucoup sont très anciens, le lit du torrent dont ils sont l'aboutissement a changé de direction depuis leur formation, des villages se sont construits sur leur terres fertiles. Ils existent également des cônes d'âge différent emboîtés les uns dans les autres comme à VILLANGONDRAN. Enfin quelques uns sont récents ou actuels : il est certain que si l'homme n'essayait pas d'y mettre un peu d'ordre, la RAVOIRE qui débouche à PONTAMAFREY édifierait sous nos yeux un assez joli cône bouchant la vallée. Comme nous l'avons déjà dit J. GOGUEL voit l'origine de certains d'entre eux dans des coulées boueuses.

Malgré leur perméabilité très variable due à la nature des terrains dont ils sont issus, ces cônes ont un rôle aquifère important. Ils alimentent la nappe profonde de la vallée avec l'eau collectée sur le flanc de la montagne. On pourrait supposer qu'ils constituent des zones intéressantes pour la recherche mais étant donné leur perméabilité très hétérogène le cheminement de l'eau est impossible à prévoir, donc les prévisions pour un forage seraient très aléatoires. Il est préférable de récupérer l'eau dans la nappe à l'aval du cône.

4 - HYDROGEOLOGIE =====

41 - BILAN

Toute étude hydrogéologique tend vers un bilan de l'eau dont la formule générale est :

$$P = R + E + I$$

P = hauteur des précipitations
R = ruissellement de surface en mm
E = évapotranspiration
I = infiltration

.../...

La connaissance de 3 termes de cette formule permet de déterminer le quatrième. Par exemple P, E et R (assimilés ici au débit de l'ARC) étant connus, puisque à la sortie de la vallée toute l'eau non évaporée se retrouve soit dans le lit de la rivière (ruissellement) soit dans la nappe (infiltration), il est facile de calculer le débit de la nappe de l'ARC: I, un des objectifs de cette étude.

Dans le cas de la MAURIENNE, ce bilan n'est actuellement possible qu'en admettant une fourchette d'erreur allant de 30 à 100 % parce que nous ne connaissons que le terme R donné par les mesures E.D.F. sur l'ARC. En effet :

P hauteur des précipitations est fourni par les observations de la Météorologie Nationale et de l'E.D.F. mais ce n'est qu'une valeur approchée car si le nombre de mm de pluie tombée est bien exact, il en est tout autrement pour la neige. Celle-ci est mesurée par des nivomètres mais les résultats ne sont pas précis à cause des vents, des tourbillons qui se créent autour de l'appareil, etc... Donc, les valeurs de P ne peuvent être rigoureuses. Quant à l'évapotranspiration, les formules qui permettent d'en approcher à l'échelle d'une vaste région, ne sont plus exactes pour un bassin montagneux déterminé car trop de facteurs entrent en jeu, citons entre autres : la température, le vent, l'exposition, la sublimation de la neige, le retrait des glaciers, l'absence ou la présence de végétation, la nature des essences etc...

Pour montrer la complexité de ces problèmes d'hydrogéologie montagnarde citons le cas du BASSIN de l'AVEROLE, affluent de l'ARC, qui en 1960 par exemple a reçu 1 093 mm et en a restitué 1 577 mm. La fonte des glaciers explique cette anomalie, mais de l'eau s'est également évaporée, quelle est la part exacte de chacun de ces 2 phénomènes ?

.../...

Pratiquement pour les besoins économiques la connaissance de deux facteurs seulement est essentielle :

- la quantité d'eau de ruissellement.
- la quantité d'eau de la nappe de la vallée.

Le premier terme est donné par les mesures E.D.F., bien qu'au chiffre obtenu au PONT de la MADELEINE, soit 36 m³/s, de module annuel, il faille ajouter les apports du GLANDON, du BUGEON et des petits torrents de BELLEDONNE. Au total lorsque l'ARC rejoint l'ISERE son débit moyen annuel est proche de 40 m³/s.

Quant à l'écoulement dans la nappe, étant donné l'étréitesse de la vallée, un ou plusieurs forages suivis d'essais de pompage nous donneraient certainement des renseignements très exacts.

42 - SOURCES DES PENTES

En pays de montagne l'eau gravitaire représente l'essentiel de l'alimentation des populations, qui, en général, vivent au dessus de la vallée inondable, la nappe de celle-ci n'est utilisée que par les industries qui se trouvent dans la plaine. En MAURIENNE, comme nous le verrons, l'eau de la nappe n'est potable que dans d'étroites limites géographiques. L'eau gravitaire reste donc la ressource pratiquement obligatoire pour la consommation.

Etant donné la superficie du bassin et son caractère haute montagne, un inventaire complet des sources demande beaucoup de temps. De plus, pour être précis, ce travail doit se faire à la fin de l'été et en automne du fait du régime nival car au printemps toutes les sources ont un débit très fort mais certaines disparaissent durant l'été.

..../...

Ce laps de temps assez restreint, ajouté au relief, ne nous a pas permis de terminer à ce jour l'inventaire. Nous avons commencé par étudier les bassins versants pour lesquels une recherche systématique présentait une "actualité" comme par exemple une adduction projetée ou déficiente, de façon que nos travaux ne soient pas sans rapport avec des problèmes réels et puissent avoir une utilité immédiate.

421 - Bassin du BUGEON

Situé en rive droite de l'ARC, son orientation générale est NORD-SUD. Il est encadré par deux unités géologiques différentes qui déterminent ses caractéristiques hydrogéologiques. A l'OUEST le flanc de la montagne de la rive droite est formé principalement des terrains cristallins de la chaîne de BELLEDONNE, l'eau qui en provient est faiblement minéralisée. A l'EST la rive gauche est constituée de schistes du LIAS, de FLYSCH séparés par des gypses du TRIAS, l'eau est donc très chargée en carbonates et en sulfates.

Les principales sources sont :

En rive droite :

- Le groupe des sources de la GRANDE RIGOLE. Ces émergences groupées sur quelques centaines de m² se trouvent au pied de ROCHE BELITE entre 2 050 et 2 100 m d'altitude. Au printemps son débit était de 100 l/s. Nous ne connaissons pas le chiffre d'étiage. Cette eau est bonne mais son éloignement rend son captage peu économique, elle sert actuellement à l'irrigation des pâturages.

.../...

- Le groupe des sources de la GRANDE PIERRAILLE. Nous appelons ainsi les émergences qui se trouvent au NORD du hameau des COCHINIERES (commune de MONTGELLAFREY) en face de la station de SAINT-FRANCOIS LONGCHAMP. L'eau abondante sort à la base et sur les bords d'un "glacier rocheux". Des ouvrages déjà anciens captent quelques émergences (LES PERELLES) mais une bonne partie du volume aquifère disponible est encore libre et ressort en plusieurs points, notamment à la source dite des Fées. Cette eau provenant du cristallin est faiblement minéralisée donc bonne.

En rive gauche :

- Sources de la région du LAC BLEU : Ce sont les principales émergences du flanc de la montagne du CHEVAL NOIR. Les eaux ont traversé le FLYSCH le LIAS et le gypse elles sont donc très chargées en calcaire et en sulfate.

Economie de l'eau - Dans la vallée du BUGEON l'eau est distribuée par un syndicat intercommunal, celui-ci s'alimente aux sources des PERELLES dans le groupe de la GRANDE PIERRAILLE en rive droite du torrent. Durant l'étiage d'hiver la quantité disponible est devenue insuffisante ces dernières années. Pour remédier à la chose, les captages existants ont été améliorés, ce qui est une mesure salutaire. De plus il est envisagé de capter les sources du lac bleu. Cette décision est pour le moins curieuse, car ces sources ont de très mauvaises caractéristiques chimiques (on pense que le mélange avec l'eau des PERELLES fera une moyenne acceptable, mais la réunion de 2 eaux de composition chimique différente dans une même adduction est fortement déconseillée car cause possible d'accidents). En outre ces sources sont très éloignées des installations existantes. Ce qui rend ce projet d'autant plus incompréhensible est l'existence d'une eau excellente, abondante et disponible dans la GRANDE PIERRAILLE à proximité des captages et des conduites actuelles.

.../...

Nous avons dit comment utiliser cette eau sans forcément assécher la SOURCE des FEES (voir rapport B.R.G.M. 70 SGN 14 JAL).

422 - Bassin du GLANDON

Cette région est certainement une des plus intéressante de la MAURIENNE OCCIDENTALE au point de vue hydrogéologie. Sa superficie est de 110 km² environ. Elle est face à face avec la région du BUGEON que nous venons d'étudier mais sur l'autre rive de l'ARC, elle lui est donc symétrique. A l'OUEST en rive gauche du GLANDON on retrouve la chaîne de BELLEDONNE, à l'EST le pays schisteux du LIAS dans lequel le torrent a creusé son lit.

Toute l'eau descendant des flancs de BELLEDONNE est potable.

Etant donné l'importance de l'aquifère provenant de ce massif cristallin nous avons effectué une prospection systématique. Jusqu'à présent, en rive gauche du GLANDON et de son prolongement amont, le torrent des VILLARDS, 77 sources ont été relevées dont beaucoup dépassent plusieurs dizaines de litres/sec.

La plupart de ces émergences sortent des éboulis des terrains cristallophylliens et donnent de petits cours d'eau affluents du GLANDON.

Le tableau 42 a - indique la répartition des sources inventoriées.

Un certain nombre de ces petits torrents provenant de BELLEDONNE sont jaugés par l'E.D.F.. Ce sont :

- Les torrents du TEPEY
- " " de COMBEROUSSE
- " " du MERLET
- " " de la REISSE.

.../...

D'après leurs courbes de débit (fig. 42 b) tous ont un régime nival caractéristique.

Nous n'avons pas effectué l'inventaire des émergences de la rive droite du bassin car l'eau d'une part y est beaucoup moins abondante qu'en rive gauche, d'autre part elle est très carbonatée et souvent sulfatée.

Economie de l'eau - L'alimentation des petites agglomérations de la vallée du GLANDON ne pose aucun problème chaque village a pu faire aisément son adduction, déjà d'autres communes de la vallée de la MAURIENNE viennent y faire leurs captages mais une grande partie de l'eau disponible reste inutilisée.

La somme des débits d'étiage des quatre torrents jaugés, atteint 850 l/s.

En tenant compte des cours d'eau non mesurés on peut estimer le volume minimum qui s'écoule durant les mois d'hiver à 1 m³/s.

En prenant 0,400 m³ comme consommation individuelle journalière et en estimant qu'1/4 de l'eau est récupérable, ce qui est assez pessimiste, la quantité d'eau disponible peut alimenter 50 000 personnes en étiage. La vallée du GLANDON par l'abondance de son aquifère et les qualités chimiques de celui-ci devrait être le château d'eau de la MAURIENNE OCCIDENTALE.

La principale difficulté est l'éloignement des émergences, d'où le coût élevé des installations. Il est certain qu'une telle réalisation ne peut se concevoir que dans le cadre d'un syndicat groupant le plus grand nombre possible de communes et d'organismes. Cette suggestion n'est cependant pas du domaine de l'irréalisable : le syndicat de l'ARVAN projette de s'approvisionner à partir des lacs BRAMANS, or les distances sont pratiquement aussi grandes et les conditions plus onéreuses puisque l'eau devra être achetée à l'E.D.F.

.../...

423 - Bassin de l'ARVAN

Juxtaposé au précédent et d'une superficie plus élevée puisqu'il couvre environ 193 km², ses conditions hydrogéologiques sont totalement différentes et ses ressources en eau potable beaucoup moins grande. Il doit être rangé dans la "MAURIENNE qui manque d'eau". Ce déficit est dû à la nature géologique de ses versants. Mis à part le cristallin de la forêt du SAPEY (ou massif du ROCHERAY) dont le rôle en hydrologie est insignifiant étant donné sa faible superficie, et les terrains primaires des pentes septentrionales du massif des GRANDES ROUSSES qui occupent une surface réduite à l'extrémité SUD-OUEST du bassin, tout le reste de la superficie de ce dernier, c'est-à-dire 95 % de l'ensemble est formé de schistes du LIAS et du FLYSCH et des gypses du TRIAS c'est-à-dire que l'eau est, la plupart du temps, carbonatée et sulfatée.

Nous avons effectué un inventaire partiel des sources du bassin de l'ARVAN. Au total 50 sources ont été visitées. Les plus intéressantes se trouvent dans le massif des GRANDES ROUSSES, ailleurs dans le pays liasique et triasique des ARVES les sources sont soit à faible débit, soit impropres à la consommation comme par exemple la source des CHAUDANNES à ENTRAIGUES sortant de moraines recouvrant le LIAS ou la source de PRELONG à SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE jaillissant du TRIAS. Leur très forte teneur en sulfates les rend impropres à la consommation.

Un certain nombre de points d'eau du massif des GRANDES ROUSSES ont déjà été captés par le Syndicat des eaux de l'ARVAN. Cependant il reste quelques sources disponibles, la plus intéressante se trouve au SUD du refuge CESAR DURAND au pied d'éboulis du cristallin, son débit en été est supérieur à 10 l/s il serait intéressant de la jauger en hiver en période d'étiage.

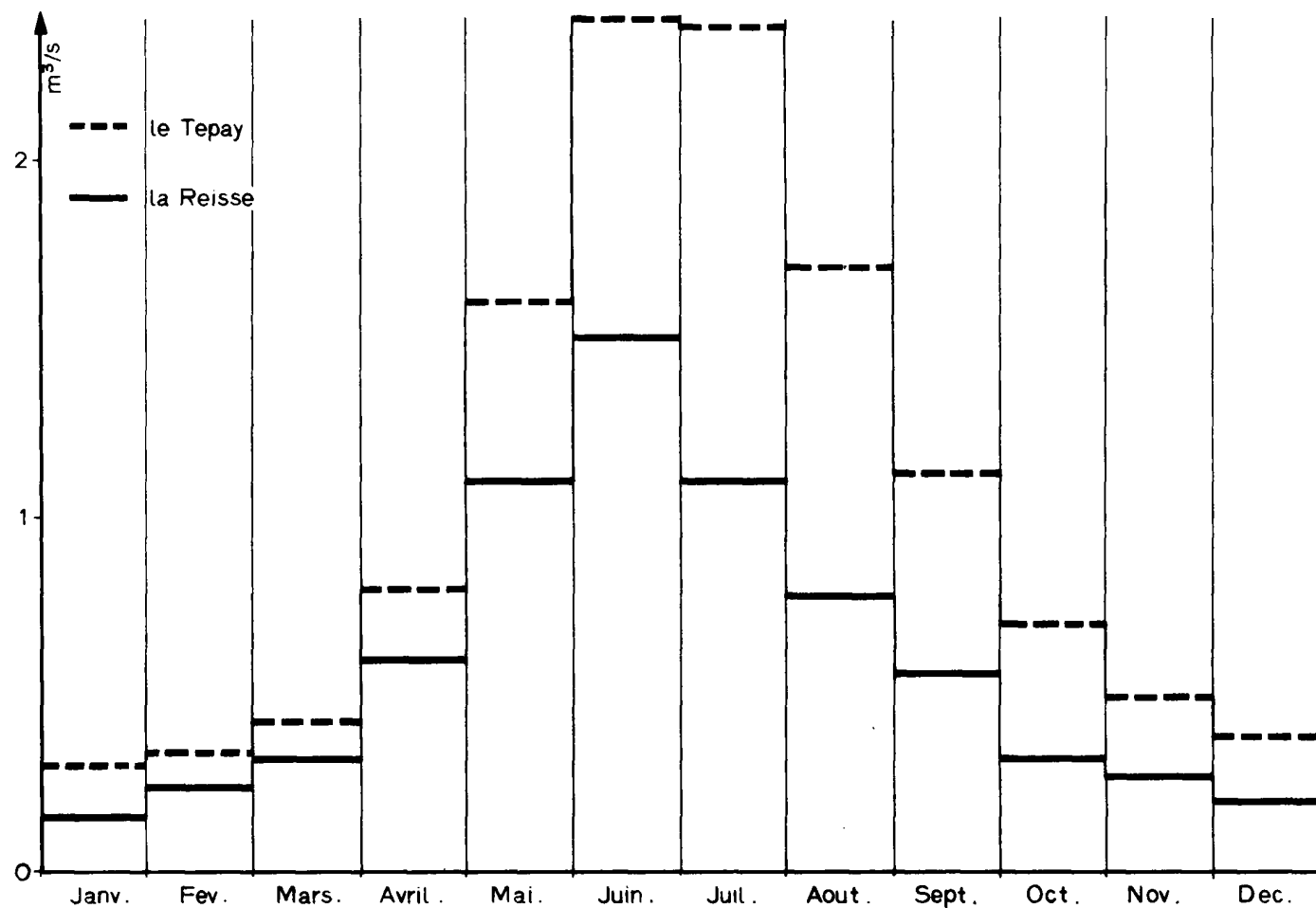
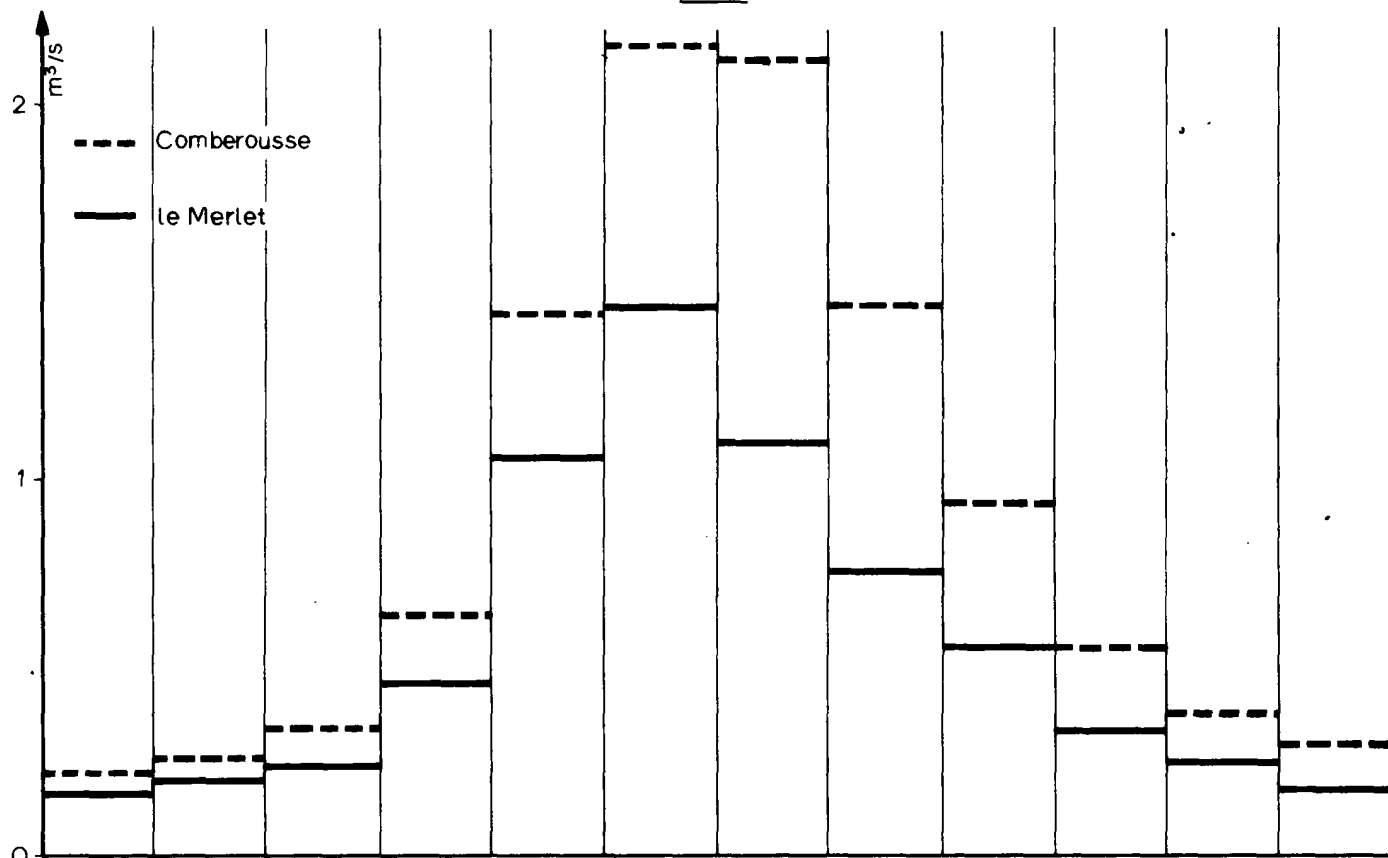
.../...

Tableau 12 a - VALLEE DU GLANDON - Rive gauche

Sous-bassins-versants	Nombre de sources inventoriées	Nombre de sources au débit supérieur à 10 l/s	Jaugeages EDF des torrents de 1966 à 1968 débit en m ³ /s		Géologie à la source
			Minimum	Maximum	
			Valeur moyenne mensuelle		
			Janvier	Juin	
Torrent des Villards	17	7			éboulis cristallophylliens glaciaire et schistes du Lias
Torrent de la Croix	7	3			Gneiss et éboulis cristallophylliens
Ruisseau du Pis	3	1			glaciaire-éboulis et schistes métamorphiques
Torrent du Teppey	3	2	0,300	2,41	éboulis du cristallin
Torrent de Comberousse	15	12	0,220	2,17	éboulis du cristallin
Vallon du Lac	4	3			glaciaire et éboulis du cristallin
Torrent de la Reisse	8	2	0,167	1,51	glaciaire et éboulis du cristallin
Torrent du Merlet	7	2	0,163	1,47	glaciaire et éboulis du cristallin
Vallon du Nantet	2				glaciaire et éboulis
Sources de l'Arche	4	2			éboulis du cristallin
Servion	4				éboulis du cristallin

HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

Courbes de débit de quatre torrents affluents du Glandon
de 1966 à 1968



Economie de l'eau - Comme nous l'avons dit plus haut, les possibilités en eau potable du bassin de l'ARVAN sont restreintes face à la demande. En plus des communes rurales, la ville de SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE se rattache à l'ARVAN, et, en altitude deux stations de ski : la TOUSSUIRE et le CORBIER sont de grandes consommatrices en période d'été.

Un syndicat intercommunal alimente un certain nombre de localités. Il va chercher son eau jusque dans le massif des GRANDES ROUSSES à la limite méridionale du bassin. Malgré les captages effectués l'approvisionnement est encore insuffisant, c'est pourquoi il est envisagé d'acheter une partie de l'eau des lacs BRAMAN qui font partie du bassin versant de la ROLANCHE et entrent dans les projets d'aménagement hydroélectriques de GRAND'MAISON.

Est-ce la seule solution ou bien peut-on envisager d'autres ressources ?

Nous avons effectué une reconnaissance jusqu'au torrent sortant du glacier de SAINT-SORLIN, il est très chargé en débris argileux donc inutilisable. Par contre des sources à l'aval du glacier pourraient encore être captées après des jaugeages d'hiver.

En outre, il paraît peu judicieux de descendre l'eau de cette haute région jusqu'à SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE. Il serait préférable de la réserver aux communes de montagne et aux stations de ski, les agglomérations éloignées des émergences et de faible altitude comme SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE devraient participer à un autre syndicat alimentant l'ensemble de la vallée de l'ARC entre la CHAMBRE et SAINT-MICHEL.

424 - Bassin de la VALLOIRETTE

Avec cette région nous retrouvons à nouveau un aquifère riche car les conditions géologiques s'y prêtent. Ce bassin allongé dans le sens NORD-SUD a une superficie d'environ 150 km². Il est drainé par la VALLOIRETTE longue de 21 km dont la pente est d'environ 10 ‰.

.../...

Ses sources se trouvent au pied du col du GALIBIER tandis que son affluent principal en rive droite la NEVACHETTE provient des pentes NORD du c 1 des ROCHILLES. Le module moyen de la VALLOIRETTE est de 2,5 m³/s. Son régime est de type nival avec un étiage inférieur à 1 m³ et des crues pouvant atteindre 66 m³/s.

Depuis l'ARC jusqu'à VALLOIRE le fond de la vallée est creusé dans une bande étroite de LIAS et de TRIAS de la zone subbriançonnaise tandis que les flancs sont constitués en rive droite de grès houillers et en rive gauche de flysch gréseux. Comme nous l'avons signalé plus haut les niveaux très perméables du Trias du lit du torrent jouent le rôle de réservoir compensateur atténuant la différence entre les périodes de crue et d'étiage de la VALLOIRETTE car sa courbe caractéristique de débit est beaucoup plus "étale" que celle des autres torrents de la MAURIENNE. On retrouve du TRIAS dans le massif de la SEITAZ et au GRAND GALIBIER mais il s'agit surtout de calcaire et de quartzite, le gypse de la zone subbriançonnaise n'affleurant qu'au col du GALIBIER. Les zones de houiller de flysch gréseux, de Trias quartzitique dominent donc en ayant de bonnes caractéristiques physico-climiques. Comme la surface de ces affleurements est beaucoup plus vaste que celle des gypses les ressources en eau potable de ce bassin sont abondantes.

Nous n'avons pas effectué un inventaire systématique de ce bassin, cela ne s'imposait pas, nous nous sommes limités à l'étude d'un secteur où des recherches d'eau sont en cours. En rive gauche, au NORD, la VALLOIRETTE reçoit un affluent : le torrent des MOULINS descendant du vallon de la GRANDE CHIBLE, et provenant de sources assez abondantes dont certaines sont déjà captées pour servir d'appoint à SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE. D'autres sont encore libres, trois d'entre elles ont été jaugées durant tout l'hiver 1970 - 1971 par la méthode du B.T.G. afin de savoir s'il est possible de les utiliser pour l'alimentation de la nouvelle station de sport d'hiver de MONTRECHER.

.../...

Nous avons été amenés également à faire l'inventaire complet du petit bassin qui part de la pointe des CHAUDANNES et s'ouvre largement sur la vallée de l'ARC entre VILLARGONDRAN et le PAS DU ROC. L'eau de ce flanc de la montagne est en partie responsable du glissement de MONTRICHER le BOCHET, mais elle n'a pas uniquement un rôle néfaste : étant donné qu'elle sort du flysch gréseux et des dépôts morainiques elle a de bonnes caractéristiques physico-chimiques et de ce fait sert à alimenter MONTRICHER, VILLARGONDRAN et SAINT-JULIEN-MONTDENIS. L'approvisionnement en eau de ce dernier village qui se trouve sur l'autre rive de l'ARC pose actuellement des problèmes, ceux-ci ne pourront être résolus, à notre avis, que dans le cadre plus vaste d'un syndicat.

Economie de l'eau - Dans le bassin de la VALLOIRETTE la quantité d'eau potable est suffisante, il n'y a pas de groupement d'exploitation.

VALLOIRES, bourg important et station de sport d'hiver, s'approvisionne à des sources très abondantes situées aux MOTTEFS au pied d'un "glacier rocheux" à la base du glacier de la CLAPIERE sur la face NORD de la ROCHE du GRAND GALIBIER, bien que d'âge triasique cette montagne est formée uniquement de quartzite et de dolomie l'eau est donc bonne.

Certaines agglomérations en rive droite telles que l'ARCHER ou les GRANGES sont alimentées par des émergences se trouvant sur les flancs du CRET de QUART ; en rive gauche le MOLARD a ses sources sur les flancs de la GRANDE CIBLE ; les terrains étant, à l'EST les grès houillers, à l'OUEST les grès du flysch, les caractéristiques chimiques de l'eau sont acceptables.

425 - Bassin du Torrent de SAINT-JULIEN

Situé en rive droite de l'ARC, au pied de la face occidentale du PERRON des ENCOMBRES, ce bassin assez petit a une superficie de 21 km². Etant donné les besoins en eau potable de SAINT-JULIEN-DE-MAURIENNE qui se trouve juste au débouché du torrent sur la plaine, nous avons fait une prospection systématique des sources. Au total 15 émergences ont été visitées. Cette dépression est tapissée de dépôts morainiques qui recouvrent des grès et des schistes du Flysch.

Un certain nombre de sources ont un débit intéressant telle l'émergence du FONT DE LA DHUY mais elles sont tapissées de tufs, on peut donc penser qu'elles ont un TH et TAC élevés et sont impropres à la consommation. D'autres n'ont pas de dépôts tufeux, mais leur débit est faible, comme par exemple les points situés aux environs du CHALET DE LA PENIERE. Deux petits captages pour MONT-DENIS existent cependant en rive droite du torrent de SAINT-JULIEN. En conclusion ce site offre assez peu de ressources aquifères.

426 - Partie supérieure du bassin du Ruisseau de la FAVEROLLE

Situé à l'OUEST de la région précédente, cette dépression est plus élevée en altitude et est constituée, du moins à l'amont presque entièrement de flysch. Nous avons relevé six sources situées sur le flanc de la crête entre le col d. BONNET du PRETRE et la POINTE du VALLON. Deux émergences sans dépôt de tuf avaient un débit supérieur à 10 l/s à la fin de l'été, l'analyse de l'une d'entre elles, celle des CITRAITS a montré que ses caractéristiques physico-chimiques étaient dans les normes acceptables. Mais ces sources se trouvent à plus de 2 300 m d'altitude, elles sont donc très éloignées de SAINT-JULIEN et d'HERMILLON. Il serait avant tout nécessaire de connaître leur débit d'hiver pour envisager leur utilisation.

427 - Bassins du torrent de SAINT-MARTIN et de la GROLLAZ

Ces deux petits bassins se trouvent au SUD du COL des ENCOMBRES en rive droite et totalisent à eux deux 30 km² environ.

Mis à part la zone à gypse du flanc EST de la CROIX des TETES, la majeure partie de ces surfaces réceptrices se trouvent dans les grès et schistes du HOULLER de la zone subbriançonnaise, l'eau est donc faiblement minéralisée.

Nous avons étudié les sources du torrent de la GROLLAZ qui sortent très diffuses au pied d'une ancienne moraine puis sont rassemblées au passage d'un petit verrou pour former le torrent qui dévale vers la plaine. On a envisagé de capter ces sources pour l'alimentation de SAINT-JULIEN. Nous avons effectué un jaugeage du collecteur à l'automne 1969 le débit était de 9 l/s les mesures n'ont pu continuer l'hiver par suite d'une installation défectueuse, mais par analogie avec d'autres émergences du même type que nous avons pu jauger en étia-ge, le débit de février des sources de la GROLLAZ ne doit pas dépasser un maximum de 3 l/s. Compte-tenu de leur éloignement le captage de ces seules sources n'est donc pas économique. Par contre, si on leur ajoute l'eau qui desce d du flanc EST du bassin du torrent de SAINT-MARTIN c'est-à-dire de la région comprise entre ROCHE JAILLE et le COL des ENCOMBRES l'addition des débits donne une production intéressante. Toutefois cette opération ne peut être envisagée que dans le cadre de l'alimentation collective d'un groupe de communes. En arrivant au bas des pentes l'eau du torrent de la GROLLAZ se perd dans les cavités de dissolution du gypse, la resurgence n'est pas connue car les colorations effectuées n'ont pas teinté l'ARC.

428 - Bassin du BON RIEU

Nous avons été amenés à relever une partie des émergences de ce bassin dans le cadre de l'étude du glissement de terrain de BONVILLARD. Au total 34 sources libres ou captées ont été recensées sous les rochers RENOD. L'eau sort des grès houillers de la zone briançonnaise elle est donc faiblement minéralisée, les communes de ce secteur trouvent aisément la quantité nécessaire pour couvrir leurs besoins.

.../...

Conclusions sur les sources de versant :

L'inventaire réalisé indique qu'il y a déficit en eau potable que lorsque les conditions géologiques sont défavorables du fait de la présence soit de gypse soit de carbonates, ou des deux, qui rendent l'eau impropre à la consommation.

43 - SOURCES DE LA VALLEE

Tout au long du cours de l'ARC un certain nombre d'émergences sortent des éboulis au pied des pentes mais au si des fissures de la roche en place. Un fait intéressant à signaler est le nombre élevé de sources très minéralisées qui se trouvent dans la plaine entre SAINT-JEAN-DE-MAURINNE à l'EST et les CHAVANNES à l'OUEST.

Près de SAINT-JEAN-DE-MAURINNE la source chaude chlorurée sodique de l'ECHAILLON est connue depuis fort longtemps, ses sédiments sont radioactifs ; elle sort des diaclases du massif cristallin, mais il est certain qu'auparavant elle a traversé le TRIAS gypseux. Il en est de même pour la source de PRALONG, au SED de SAINT-JEAN, dont l'eau abondante et ascendante est très fortement sulfatée. Une coloration a montré qu'elle n'avait aucune relation avec le torrent qui coule à proximité.

D'autres sources sulfatées existent au pied des rochers cristallins de la forêt de SAPRY, dans le tunnel de la MADLEINE près du pont du même nom, et à x CHAVANNES. Dans cette dernière localité une source chaude, contribue à l'alimentation d'une piscine.

.../...

Il est remarquable que beaucoup de ces émergences sortent du cristallin, cependant leur composition chimique indique qu'elles ont traversé les roches sédimentaires notamment le TRIAS avant d'atteindre les terrains métamorphiques du Primaire. Leurs émergences se trouvent souvent à proximité d'une fracture, il est donc permis de penser que certaines d'entre elles, sinon toutes, sont liées à des accidents structuraux.

5 - ETUDE DE LA NAPPE DE LA VALLEE =====

Les documents que nous possédons actuellement sur les alluvions de la vallée de l'ARC et sur la nappe aquifère qui les parcourt sont très partiels ; aucune campagne systématique de mesures piézométriques ou de pompage n'a été effectuée jusqu'à présent sur l'ensemble de la vallée. Cependant les renseignements que nous avons obtenus auprès des industries qui ont été amenées à faire des sondages et à utiliser l'eau de cette nappe montrent que les alluvions ne sont pas régulières et que les propriétés physicochimiques de l'aquifère ne le sont non plus. Comme nous le verrons ci-dessous les qualités de l'eau souterraine sont essentiellement liées à la nature géologique des versants qui bordent la vallée et aux roches qui composent les bassins versants des torrents qui aboutissent à l'ARC. Les subdivisions de ce chapitre coïncideront avec les grandes unités géologiques qui traversent la MAURIENNE.

51 - ZONE ENTRE FOURNEAUX ET MODANE EST

Cette région se trouve à l'extrémité orientale des terrains d'âge houiller et sur le rebord occidental de la nappe des schistes lustrés. Ces deux grandes unités sont séparées par une importante bande de TRIAS où le gypse est abondant. Nous possédons deux renseignements sur les qualités de la nappe :

- à l'EST de la ville, où s'élargit la plaine alluviale de l'ARC après un resserrement de la vallée, le gypse se trouve sur chaque rive, l'eau de la nappe est très riche en SO^4Ca : la teneur varie entre l'hiver et l'été et suivant les déversements du lac de MONT CENIS.

Exemple : Le TH en été (crue) est compris entre 20 et 40°. En hiver (étiage) sans turbinage des eaux du lac, entre 40 et 75°,

avec turbinage des eaux du lac entre 40 et 55°.

Le toit de la nappe est inférieur au niveau de l'eau de l'ARC d'une quantité variant entre 0,5 et 1,5 m. Par pompage elle donne 40 m³/h.

- En aval de MODANE, la nappe est influencée par le cours des torrents des HERBIERS descendant d'une vaste combe composée en grande partie de terrains houillers, l'eau est beaucoup moins minéralisée, son TH égale 20°.

52 - ZONE ENTRE LE FRENEY ET LA SAUSSAZ(à l'EST de SAINT MICHEL DE MAURIENNE)

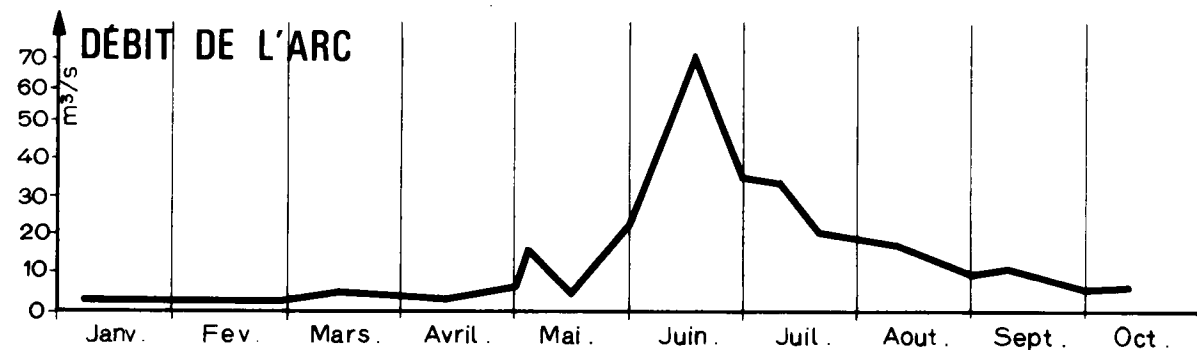
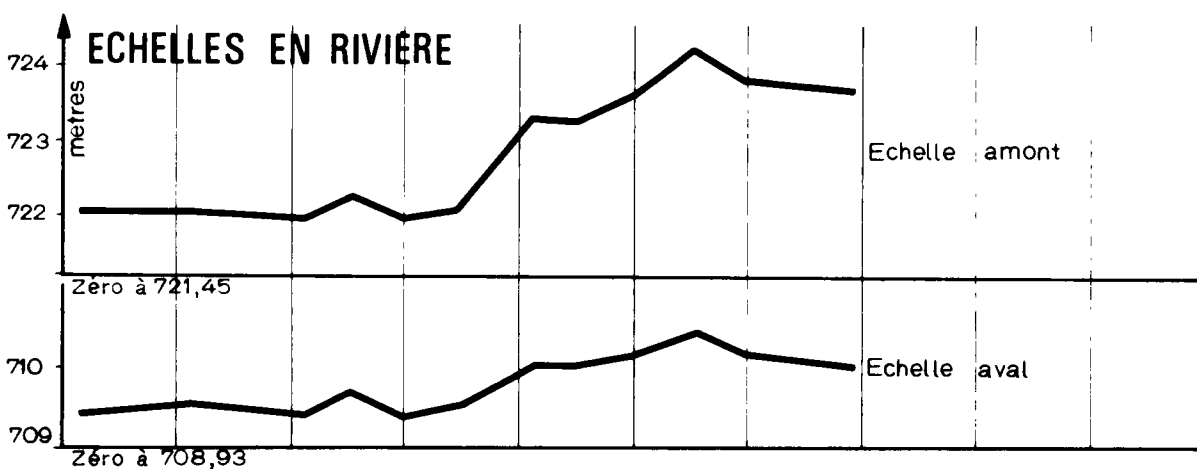
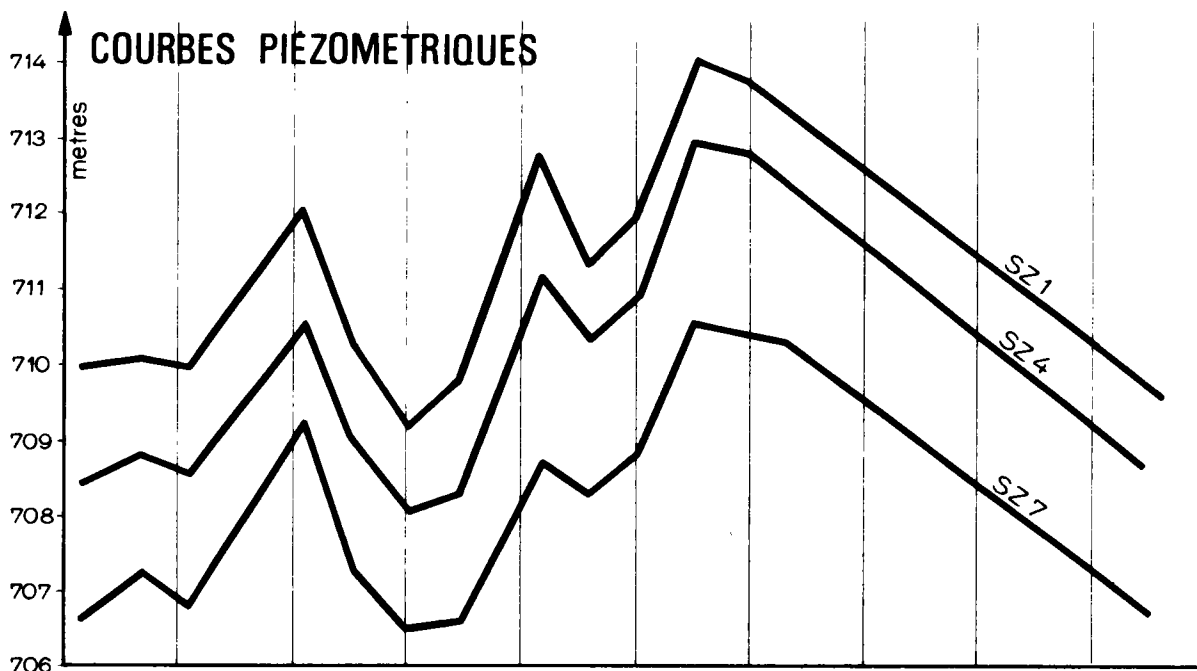
Cette portion de la vallée correspond à la zone houillère briançonnaise composée principalement de grès et schiste gréseux. L'eau qui en descend est faiblement minéralisée et suffisamment abondante pour que toutes les communes, y compris SAINT-MICHEL ainsi que les établissements industriels, puissent s'approvisionner en eau gravitaire.

Nous possédons des renseignements sur les alluvions et leur nappe grâce aux travaux de l'E.D.F. entrepris dans le cadre de l'aménagement de l'ARC moyen. Au barrage du PONT des CHEVRES un certain nombre de sondages de reconnaissance ont traversé les alluvions torrentielles et le substratum des schistes houillers lorsqu'ils étaient proches des flancs de la montagne.

.../...

HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE

Vallée de l'Arc à l'amont de S' Michel
Mesure de l'année 1966
d'après documents E.D.F



Par contre, un forage de 60 m dans l'axe de la vallée est resté dans les alluvions. Celles-ci comprennent des sables avec blocs de schistes gréseux. La fig. 322 b résume les mesures de perméabilité qui ont été effectuées à l'occasion de ce chantier, tandis que le tableau 52 b donne quelques résultats obtenus à l'amont de SAINT-MICHEL de MAURIENNE. Le puits P2 en amont du barrage a donné 180 m³/h aux essais ce qui montre une perméabilité moyenne qui est confirmée par le gradient hydraulique égale à 5×10^{-3} en temps de crue et de 4.10^{-3} en étiage.

Les piézomètres installés à l'EST de SAINT-MICHEL indiquent que le niveau de la nappe varie avec les crues et les décrues de l'ARC mais est également fortement influencé par l'eau des versants de la vallée. C'est ainsi (fig. 52) qu'en 1966 les piézomètres marquent une forte pointe vers le 3 mars probablement à la suite de pluies sur la région, alors que les échelles limnimétriques n'indiquent aucune crue subite à cette période, le débit ne croit que quelques jours plus tard lorsque les précipitations tombées sur l'ensemble du bassin amont arrivent à SAINT-MICHEL. En conclusion il semble qu'ici la nappe soit alimentée à la fois par les cones torrentiels et la rivière.

53 - ZONE DE SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE A LA CHAMBRE

Ce large secteur de la vallée de l'ARC correspond aux unités géologiques suivantes : subbriançonnaise, ultra-dauphinoise et dauphinoise orientale où se trouvent des gypses, des schistes et des niveaux calcaires c'est dire que l'eau qui en provient a un TH très élevé et est bien souvent chargée en SO^4Ca ; l'eau de la nappe de la vallée entre SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE et la CHAMBRE sera donc, en général, comme nous allons le voir, impropre à la consommation. Nous sommes ici dans la "MAURIENNE qui manque d'eau" les puits dans la nappe ne sont destinés qu'aux usages industriels.

Tableau 52 b - RENSEIGNEMENTS HYDROGÉOLOGIQUES A LA SAUSSAZ
(amont de St Michel de Maurienne)

Indice du classement BRGM et identité de l'ouvrage	Profondeur	Géologie	Profondeur du niveau de l'eau	Date	Equipement piézométrique	Essais de Perméabilité Lefranc	Observations
775 . 5 . 1 SZ . 64 . 1	40	alluvions torrent.	20,63	17.12.64	+ 1,08 - 28,50	$9 \cdot 10^{-4}$ à $4 \cdot 10^{-5}$ m/s	
SZ . 64 . 3	41,50	éboulis	31,40	27.1.65			
SZ . 65 . 05	20	alluvions torrent.	14,10	5.3.65	+ 1,06 - 19,60	$0,19 \cdot 10^{-6}$ à $2 \cdot 10^{-7}$ m/s	
SZ . 65 . 06	40	alluvions torrent.	18,50	29.3.65	+ 1,02 - 25	$5 \cdot 10^{-4}$ à $4 \cdot 10^{-5}$ m/s	
SZ . 65 . 07	20	alluvions torrent.	11,58	9.4.65	+ 1,02 - 19	$8 \cdot 10^{-6}$ m/s	
SZ . 65 . 04	23	alluvions torrent.	16,42	février 65	+ 1,08 - 22,60	$1,2$ à $1,6 \cdot 10^{-5}$ m/s	
* 775 . 5 . 2 PC. 64 . 15	48	alluvions torrent.	+ 0,95 m artésien	mars 65		$1,1 \cdot 10^{-3}$ m/s et $7,2 \cdot 10^{-5}$ m/s	venue d'eau à 37,50 débit croissant de 125 à 200 l/mn
* 775 . 5 . 2 PC. 64 . 13	30	0-17,10 : alluvions torrentielles 17,10-30 : Substratum Schiste	0,20	19.11.64		$1 \cdot 10^{-3}$ m/s entre 6,80 et 7,30 m	essais d'absorption Lugeon 1/mn/m = 54 et 21
775 . 5 . 14 sondage n° 2	30	0-25,10 : alluvions torrentielles 25,10-30 : Substratum Schiste				$1,75 \cdot 10^{-5}$ m/s à $3,5 \cdot 10^{-6}$ m/s	essais Lugeon en 1/mn/m = 10
775 . 5 . 15 sondage n° 1	22,27	alluvions torrent.	0,10	26.3.63		$1,3 \cdot 10^{-6}$ m/s à $9,1 \cdot 10^{-6}$ m/s	
sondage n° 3	31	0-23,60 : Cône de déjection 23,60-31 : Substratum	6,40	30.4.63		$2,7$ à $6,3 \cdot 10^{-4}$ m/s	essais Lugeon entre 57 et 65 l/mn/m
775 . 5 . 16 SZ. 67 . 13	14,90	éboulis					perte d'eau totale à partir de 5 m
775 . 5 . 17 SZ . 69 . 17	30,50	0-19,70 : glaciaire 19,70-30,50 : Substratum h.					perte d'eau totale à 26,70 m
775 . 5 Puits Solétanche P2	18,36						essai de pompage t = 624 45 $\Delta = 1,45$ m Q = 180 m ³ /h.

A SAINT-MICHEL même nous avons des renseignements sur les alluvions grâce à un sondage de 40 m (voir fig. 322a).

Au delà de 5,50 m les sables sont perméables, les courbes granulométriques montrent un faible pourcentage de sable fin et l'absence d'éléments inférieurs à 1/60 mm. Des mesures de perméabilité effectuées sur un autre forage à proximité avaient donné $P = 1,95.10^{-3}$ m/s.

Il semble qu'il y ait en ce point une petite nappe superficielle, puis un niveau de sable argileux imperméable de 5,50 m avec en dessous une nappe captive dont le niveau se stabiliserait à 3 m du sol. Cette nappe serait sensible aux variations de l'ARC. Un puits à 12,80 m de profondeur donne de 180 à 200 m³/h. La rivière contribue à l'alimentation de cette nappe profonde mais aussi le cone torrentiel qui forme la pente au dessus du puits, car l'eau est sulfatée or le cone est en bordure du massif de gypse dans lequel se perd le torrent de la GROLLAZ. Celui-ci finalement doit aboutir à la nappe de la vallée qui, passé le PAS du ROC, est très sulfatée : les deux puits de l'usine CALYPSO donnent une eau très chargée impropre à la consommation. Celui situé près de l'ARC suit fidèlement les variations de débit de la rivière dont le lit n'est pas colmaté. Il en est de même pour l'usine du BOCHET en rive gauche qui possède également deux puits. Une analyse a donné une teneur en $SO_4^{4-}Ca$ égale à 512 mg/l. Ici également le niveau dans les puits varie dans le même sens que le débit de la rivière.

Plus en aval, en contrebas de SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE, une usine utilise également pour ses besoins industriels l'eau de la nappe. Comme on pouvait le prévoir, l'eau est chargée en carbonates et sulfates, son TH varie entre 26 et 30°. Par contre, elle est bactériologiquement pure (à la date des analyses dont nous avons eu communication).

.../...

A l'OUEST de SAINT-JEAN-DE-MAURIENNE dans la "plaine" qui se trouve au pied d'HERMILLON nous avons des renseignements assez détaillés sur les alluvions et le toit de la nappe grâce aux travaux de reconnaissance E.D.F., dans le cadre de l'étude de la chute de l'ECHAILLON, nous les avons résumé dans le tableau 53 a.

Les courbes piézométriques que nous avons pu construire (voir pl. 11 b) montrent que près de l'ARC la nappe est fortement influencée par la rivière tandis que près de la montagne c'est au contraire l'eau de ruissellement qui provoque l'inflexion des courbes, une zone de drainage se trouvant à peu près à mi-distance entre la rivière et la montagne. Un puits creusé dans la plaine près du pied du versant à 5,40 m de profondeur confirme que, dans ce secteur, les fluctuations du toit de la nappe ne sont pas directement liées à l'ARC. La surface piézométrique a un battement de 1,20 m environ entre la période de crue et celle d'étiage. Le gradient hydraulique en temps de crue est de $1,7 \cdot 10^{-4}$ et en étiage de $6 \cdot 10^{-4}$ ce qui indique une assez bonne perméabilité. L'eau n'est pas potable : une analyse a montré qu'elle contenait 285 mg/l de $SO_4^{2-}Ca$ et 102 mg/l de CO_3^{2-} Ca car du gypse affleure sur les pentes de l'ECHAILLON et d'HERMILLON.

En descendant le cours de la rivière, le plus proche renseignement sur la nappe que nous possédons se trouve au lieu-dit "l'ESSART", en rive gauche, en face de PONTALAFREY au pied de la forêt du SAPEY qui fait partie du petit massif cristallin du ROCHERAY.

En ce point, une source dont le débit en période de crue est d'environ 30 l/s. sort dans une prairie au pied de la montagne. On pourrait penser que l'eau est faiblement minéralisée étant donnée sa position au pied d'éboulis de roches cristallines.

.../...

Tableau 53 a - RENSEIGNEMENTS HYDROGEOLOGIQUES SUR LA PLAINE EN AVAL
DE St JEAN DE MAURIENNE

Indice BRGM Dénomination	Profondeur	Interprétation géologique	Profondeur du niveau de l'eau	Date	Equipement piézométrique	Essais de perméabilité (K) Lefranc	Observations
774 . 3 . 2 EC . 64 . 1	36	alluvions torrent.	8,95	1.10.64	+ 1,04 - 11,76	essais Lefranc 2.10 ⁻³ m/s à 0,25 10 ⁻⁵ m/s	
774 . 3 . 3 EC . 65 . 3	20	alluvions torrent.	5,10	18.6.65	+ 0,98 à 12,30	3. 10 ⁻⁴ m/s entre 13,40 & 13,90	
774 . 3 . 4 EC. 65 . 4	20	alluvions torrent.	2,18	11.6.65	+ 0,97 - 11,20	9. 10 ⁻⁵ m/s entre 8,50 & 9	
774 . 3 ECL . 67 . 21	8	alluvions torrent.			piézomètre	terrains étanches	
774 . 3 ECL . 67 . 20	10,02	alluvions torrent.			piézomètre	1,5 à 1,7 10 ⁻² m/s	
774 . 3 ECL . 67 . 19	12,05	alluvions torrent.	3,45	25.7.67	piézomètre		
774 . 3 ECL . 67 . 18	12,05	alluvions torrent.	4,06	21.7.67	piézomètre	1. 10 ⁻² m/s à 6. 10 ⁻³ m/s	
774 . 3 ECL. 67 . 17	14,10	alluvions torrent.	5,10	18.7.67	piézomètre		perte d'eau à 14 m
774 . 3 ECL . 67 . 16	14,10	alluvions torrent.	7,12	15.7.67	piézomètre	6. 10 ⁻³ m/s à 1. 10 ⁻⁶ m/s	
774 . 3 ECL . 67 . 15	15	alluvions torrent.	8,02	juillet 67	piézomètre		
774 . 3 S. Sondaralp	15	alluvions torrent.	5,80	29.4.64			Essai de débit t = 124 h = 0,20 m Q = 16 m ³ /h
774 . 3	9	alluvions torrent.					Analyse Th = 32,5°

En fait une analyse a montré qu'elle contenait 33 mg/l de chlore et que son TH était de 20°. La source est donc alimentée à la fois par les éboulis et par la nappe très minéralisée de la vallée. Le petit massif cristallin de ROCHERAY qui émerge à travers le TRIAS et le LIAS de la zone dauphinoise est trop localisé pour avoir une grande influence sur la nappe de l'ARC, il contribue seulement à l'adoucir un peu lorsqu'elle s'écoule à ses pieds.

La région de la CHAMBRE termine vers l'OUEST le secteur très fortement minéralisé de la nappe. Près de cette localité, nous avons des renseignements assez précis sur la nature des alluvions, du moins dans les tranches supérieures, et sur l'eau qui les parcourt.

Deux forages à 25 m éloignés l'un de l'autre d'une centaine de mètres ont des coupes géologiques voisines mais non identiques. Le premier, le plus à l'EST, après avoir traversé 3 m de remblais divers a rencontré surtout des alluvions sablo-argileuses avec quelques galets. Les perméabilités mesurées variaient de $1,6 \cdot 10^{-4}$ à $8 \cdot 10^{-6}$.

Le second a rencontré la coupe suivante :

- 0-2,5 : Limon de surface
- 2,5-3,5 : Niveau de galets
- 3,5-13,5 : sable argileux avec galets - Perméabilité = $2 \cdot 10^{-5}$
- 13,5-25 : sable avec galets et petits blocs - Perméabilité variant de $1,9 \times 10^{-2}$ à $7,9 \times 10^{-4}$.

Les essais de pompage effectués montrent que le débit disponible est supérieur à 100 m³/h ; d'après les analyses l'eau est non potable car sulfatée son TH égale 32. Nous nous trouvons encore dans le pays liasique.

54 - ZONE COMPRISE ENTRE LA CHAMBRE ET LA VALLEE DE L'ISERE

A l'aval de la CHAMBRE, les conditions géologiques changent, l'ARC traverse en cluse le massif cristallin de BELLEDONNE.

.../...

L'eau abondante qui descend de cette haute chaîne est peu minéralisée, conforme aux normes admises pour la consommation. Comme nous le verrons ci-après l'eau des alluvions de la vallée devient à nouveau potable lors de la traversée du massif. Une fois de plus l'influence des versants de la vallée sur la nappe est bien mise en évidence.

Le premier renseignement que nous possédons se trouve à l'extrémité orientale de la chaîne : il s'agit de deux puits dans la plaine près des CHAVANNES en rive droite, l'eau a des qualités chimiques encore mauvaises : elle est carbonatée, sulfatée, chlorurée, sodique. Ces mauvaises caractéristiques qui semblent en contradiction avec ce que nous venons d'écrire ci-dessus s'expliquent facilement :

- d'une part nous^{nous} trouvons juste au début du massif cristallin, l'eau des alluvions n'a pas encore eu le temps de perdre les très fortes teneurs en sulfates et carbonates qu'elle a acquise entre SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE et la CHAMBRE.
- d'autre part il existe à proximité des puits une piscine naturelle alimentée en partie par une source salée, chaude, dont nous avons déjà parlé plus haut.

En descendant le cours de l'ARC il faut atteindre EPIERRE pour avoir d'autres renseignements sur la nappe. En ce lieu la vallée s'est déjà enfoncée de 8 kms dans le massif cristallin. Deux puits ont été creusés à 15 m de profondeur dans un ancien coude de la rivière, distant du lit actuel de 80 m environ. Ils ont traversé des niveaux de gros blocs et de galets avec un peu de sable. Leur débit oscille entre 250 et 300 m³/h. La cote de l'eau est un peu plus haute que celle de la rivière au moment des crues, par contre, durant l'étiage d'hiver elle se trouve en dessous du niveau de l'ARC.

.../...

Ces puits sont influencés par l'aquifère du versant de la montagne : le petit ruisseau qui descend dans la combe du PLAN du TOUR s'infiltré dans les éboulis à leur voisinage. De plus, le niveau de la nappe monte fortement à la fonte des neiges. L'eau est douce son TH est égale à 9°.

Leur pompage a asséché un puits fermier qui se trouve environ à 1 km en aval, par contre l'eau est revenue dans ce petit ouvrage lorsqu'on a creusé, sur l'autre rive, un bassin alimenté par le canal de fuite de l'usine électrique. Il semblerait qu'en ce point, l'ARC, dont le lit a été rectifié et partiellement endigué sur 1400 m, a une influence moindre sur la nappe, celle-ci pourrait suivre le tracé de l'ancien lit ce qui expliquerait que le bassin en rive gauche actuelle puisse influencer le puits fermier en rive droite.

Plus en aval, deux puits à 2,5 kms au SUD d'AIGUEBELLE sont situés de part et d'autre de la rivière. L'un a un débit de 100 m³/h, le second de 150 m³/h. L'eau qui se maintient environ à 1,50 m sous le niveau de l'ARC en pompage, remonte d'un mètre à l'arrêt. Les deux puits sont donc dans la nappe d'accompagnement cependant l'eau n'est que moyennement minéralisée son TH = 14 en m/l $SO_4^{4-} = 0,45$ Ca = 2,30 elle est bactériologiquement pure. On peut donc conclure qu'à l'amont d'AIGUEBELLE, et probablement bien avant cette localité, avant EPIERRE, la nappe de l'ISERE, sous l'influence de l'eau descendue du versant du massif cristallin a perdu les mauvaises caractéristiques chimiques qui étaient les siennes entre SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE et les CHAVANNES à l'OUEST de la CHAMBRE.

Cette constatation est confirmée par la station de pompage en eau potable d'AITON, au débouché de la MAURIENNE sur la COMBE de SAVOIE, qui donne une eau de bonne qualité avec un débit de 20 m³/h environ.

.../...

55 - CONCLUSIONS SUR LA NAPPE

Les renseignements obtenus à partir des sondages et des puits existants permettent de dire que la majeure partie des alluvions de la vallée sont perméables et parcourues par un courant dont le débit semble important.

Il y a-t-il deux nappes : une profonde
une superficielle, plus réduite,
séparées par un niveau imperméable de quelques mètres ?

Cette dualité semble être vérifiée en certains points mais nous ne saurions être affirmatifs pour l'ensemble de la vallée. Aussi continuerons nous de parler de la "nappe", sans précision.

Comment est-elle alimentée ?

1° - Par l'eau de ruissellement du flanc de la montagne dont une grande partie passe par les cônes torrentiels, il existe aussi très certainement des sources sous-alluviales. Ce mode d'alimentation explique la liaison entre les qualités chimiques de l'eau et la nature géologique des versants.

2° - Par l'ARC : les quelques piézomètres qui se trouvent dans la vallée et les puits très proches des rives montrent qu'il se produit une certaine infiltration à partir de la rivière, son lit n'est donc pas colmaté et un équilibre s'établit entre la nappe et le cours d'eau. Les mouvements de l'eau souterraine demanderaient à être précisés par une campagne de mesures appropriées.

551 - Répercussion des travaux de génie civil sur la nappe

Les aménagements de l'E.D.F. le long de l'ARC modifieront la nappe actuelle puisque celle-ci est en communication avec la rivière.

.../...

Les dérivations en galerie prévues risquent de faire baisser localement son niveau mais ne l'annuleront pas étant donné que l'alimentation par les flancs de la vallée subsistera. Sans mesures précises nous ne pouvons évaluer actuellement l'importance du rabattement prévisible.

Enfin les travaux routiers envisagés pour accéder au futur tunnel de FREJUS auront des conséquences également sur le régime aquifère souterrain actuel.

6 - QUALITES CHIMIQUES DE L'EAU

=====

Tout au long de ce travail nous avons montré comment la nature géologique des roches d'où provient l'eau quand il s'agit de sources, et celle des flancs de la vallée quand il s'agit de la nappe de l'ARC conditionnent les qualités physico-chimiques de l'eau. En conclusion :

- L'eau est faiblement minéralisée :

1° - Dans les terrains cristallins de BELLEDONNE à l'OUEST de la CHAMBRE.

2° - Dans les terrains houillers entre SAINT-MICHEL et FOURNELAUX.

- L'eau est souvent carbonatée et sulfatée :

Dans les zones de Trias, de Lias et de Flysch schisteux c'est-à-dire entre la CHAMBRE et SAINT-MICHEL-DE-LAURIENNE.

7 - POLLUTION

=====

Les torrents de la LAURIENNE servent de poubelle aux localités qu'ils traversent. Le lit de l'ARC en période d'étiage est un assez triste spectacle.

.../...

Malgré cela, à partir de SAINT-JEAN les analyses bactériologiques de l'eau de la nappe sont souvent favorables, l'épuration se fait donc rapidement.

A notre connaissance il n'y a pas de pollution chimique de l'eau, la plupart des usines utilisant celle-ci uniquement comme refroidisseur.

Les possibilités de contamination de l'eau liées à la perméabilité de la roche n'existent que dans deux cas :

- les formations superficielles : moraines, éboulis, cônes, alluvions qui sont perméables.
- le Trias, dont le gypse est souvent parcouru par un réseau aquifère souterrain.

Pour toutes les autres roches de la série stratigraphique les risques de pollution sont les mêmes, par exemple un calcaire de la zone subbriançonnaise argileux sans cavités ne laissera pas davantage passer une pollution qu'un schiste cristallin de BELLEDONNE puisque tous deux sont imperméables, sauf lorsqu'ils sont fracturés ; pour ces terrains la fissuration est la seule cause de transmission d'une eau contaminée.

Dans la vallée de l'ARC la pollution est indépendante de la nature des roches à l'exception du Trias et du quaternaire.

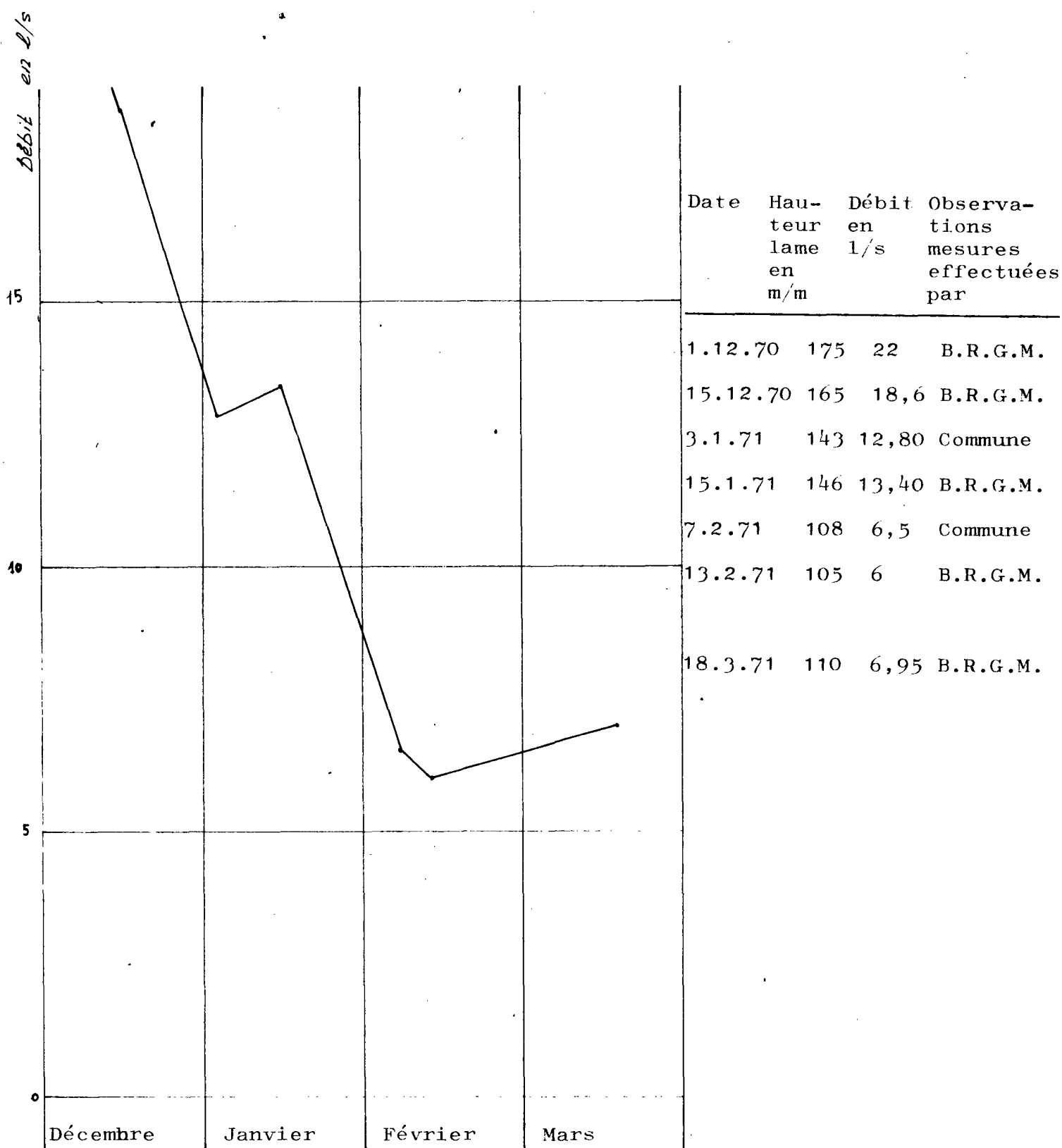
8 - RESSOURCES EN EAU POTABLE =====

En MAURIENNE, comme dans la plupart des vallées de montagne où la densité de population n'est pas très importante, malgré l'existence des stations de sport d'hiver qui provoquent un accroissement de consommation durant la période d'été, il est logique que les sources constituent la principale ressource en eau.

.../...

JAUGEAGES DURANT L'HIVER 1970 - 71

DU RUISSEAU DES MOULINS



En effet, malgré l'existence d'une nappe dans la vallée il ne serait pas économique de pomper et de refouler vers les agglomérations qui, pour la plupart, se trouvent sur des pentes, alors qu'une eau gravitaire, souvent abondante, continue de s'écouler librement.

Néanmoins, il existe localement une certaine pénurie. Nous avons vu que celle-ci était due principalement aux conditions géologiques locales qui rendent l'eau impropre à la consommation. N'y a-t-il pas une possibilité de tourner cette difficulté ? La réponse à cette question se trouve dans les méthodes utilisées pour l'approvisionnement.

81 - PROCÉDE ACTUEL DE RECHERCHE

Jusqu'à une période récente chaque commune agissait pour son propre compte, puis quelques syndicats se sont formés dans les secteurs de pénurie par exemple le syndicat du BUGEON, de l'ARVAN.

Dans l'un ou l'autre cas : commune ou syndicat le processus de recherche reste le même.

Une ou plusieurs émergences sont choisies parce qu'elles sont "connues" de longue date, sans prospection systématique du bassin versant considéré.

Il arrive que les sources ainsi retenues diminuent très fortement en hiver. Parfois des jaugeages hivernaux sont effectués, le plus souvent avec un seau après avoir déblayé la neige.

.../...

Le chiffre ainsi obtenu est très approximatif et d'ailleurs bien souvent la mesure n'est pas faite car le déplacement en altitude sur de longues distances dans la neige avec seaux, pelles et pioches est impossible.

Les données du problème sont donc faussées au départ par l'absence d'informations complètes et précises.

82 - METHODE PRECONISEE

Lorsqu'un projet d'adduction d'eau est retenu, une prospection systématique de toutes les émergences du bassin versant considéré, et même dans, certains cas, des bassins voisins, s'impose. La sélection se fera selon le débit et la qualité chimique de chaque point d'eau.

Etude des débits :

Le problème le plus difficile à résoudre est l'étude des débits en hiver sous la neige durant l'étiage. L'utilisation du seau doit être abandonnée car la mise en oeuvre est pénible et les résultats guère valables.

La méthode la meilleure est l'appareil enregistreur qui est autonome durant plusieurs mois. Ce système existe, son seul inconvénient est d'être très cher. L'appareil est d'un prix élevé et son installation nécessite une construction qui augmente encore le coût.

Etant donné que la plupart du temps plusieurs sources sont à étudier, ce procédé dépasse les possibilités financières des collectivités faisant la recherche.

.../...

Reste les déversoirs placés au fil de l'eau. Si l'installation, qui doit être réalisée bien avant la neige, est correcte, les résultats sont exacts.

Cette méthode est connue de longue date, elle a été perfectionnée par le B.R.G.M. pour pouvoir faire facilement des mesures sous la neige, quelque soit son épaisseur. Des campagnes de mesures avec cet appareillage ont déjà été faites durant tout l'hiver en MAURIENNE et TARENTEISE vers 2 000 m d'altitude et ont donné entièrement satisfaction (fig. 81). Par contre l'essai tenté sur le torrent de BEAUNE n'a pas réussi parce que l'installation ne convenait pas. Ce système de déversoir est surtout destiné à l'étude des sources sous la neige. Pour les cours d'eau non recouverts du manteau nival et non aménagés il est préférable d'utiliser la méthode chimique.

Bien souvent, dans la "MAURIENNE qui manque d'eau" entre la CHAMBRE et SAINT-MICHEL les émergences abondantes et potables sont éloignées des centres de consommation. Des groupements en syndicats sont donc indispensables. Il en existe déjà mais leur dimension est trop modeste. Actuellement, deux grands problèmes subsistent :

- 1° - Alimentation des agglomérations de la vallée entre la CHAMBRE et SAINT-MICHEL.
- 2° - Alimentation des stations de sport d'hiver.

Le premier pourrait être résolu par la constitution d'un vaste syndicat groupant le maximum de communes ce qui permettrait d'aller chercher l'eau potable là où elle se trouve en abondance, dans la vallée du GLANDON par exemple.

Il serait alors possible de réserver les sources à proximité des stations de sport d'hiver uniquement pour celles-ci.

.../...

Il doit être facile de comparer le coût de tels projets et les sommes déjà dépensées pour des adductions insuffisantes.

9 - CONCLUSIONS

=====

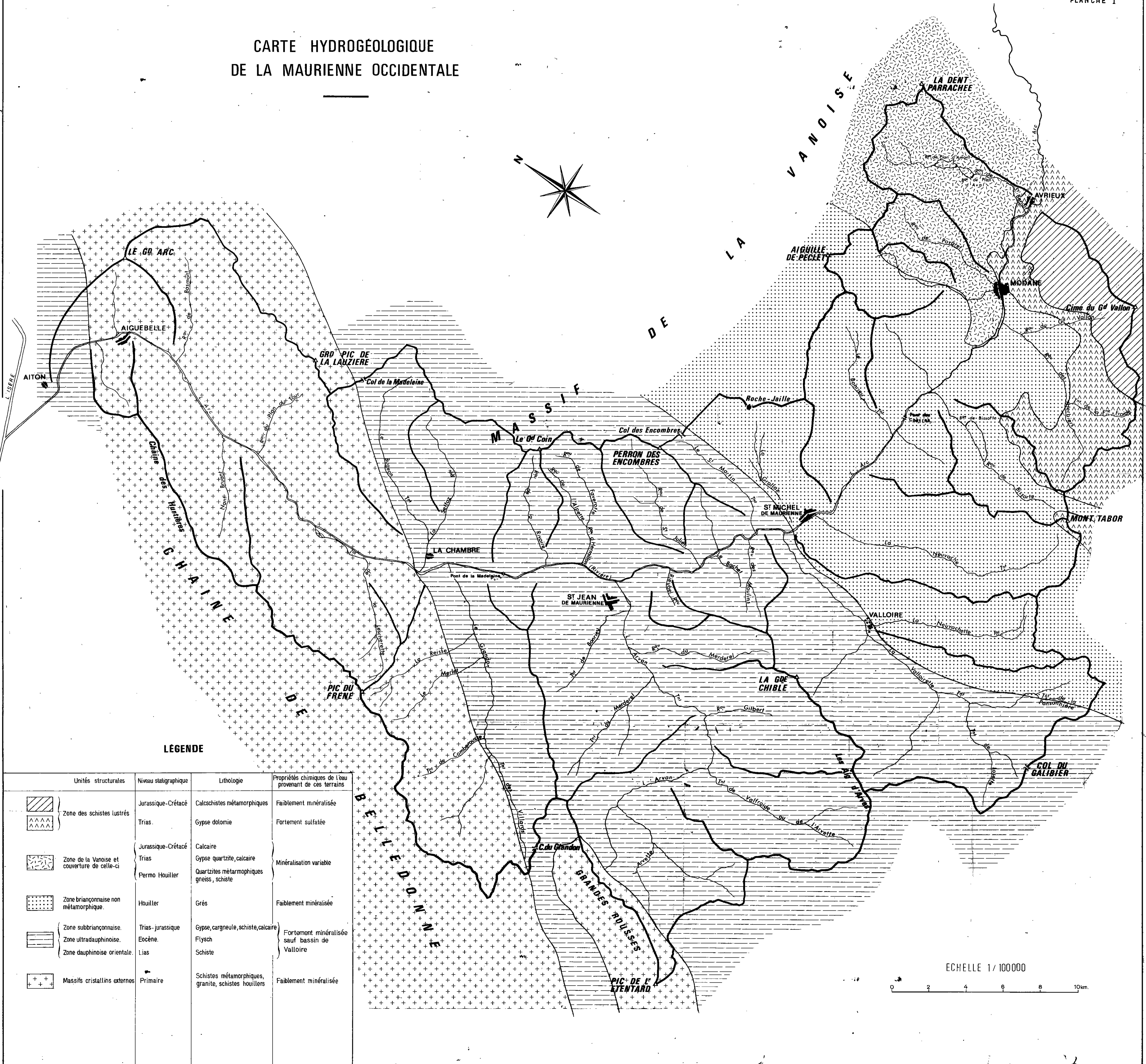
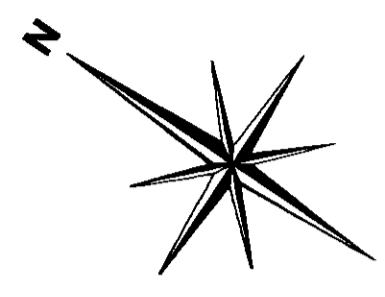
L'étude hydrogéologique de la MAURIENNE occidentale a permis de montrer les relations étroites qui existent entre la nature géologique de la montagne et la qualité chimique des eaux des sources d'une part et de la nappe de la vallée de l'ARC d'autre part.

Les roches de la série stratigraphique, à l'exception du TRIAS et du QUATERNAIRE, n'ont pas de perméabilité primaire, la circulation de l'eau dans ces formations se fait uniquement par fissures.

La pénurie en eau potable d'une partie de la vallée liée aux mauvaises caractéristiques chimiques de l'aquifère de certaines régions, devrait trouver sa solution dans la constitution d'un vaste groupement des collectivités de basse altitude permettant d'aller chercher l'eau faiblement minéralisée, après inventaire complet des sources dans les régions où se trouvent de fortes émergences d'eau potable alors que les sources élevées des bassins peu riches en eau seraient réservées aux communes d'altitude de ces bassins.

Quant à la nappe de la vallée de l'ARC elle semble assez abondante mais il serait nécessaire de compléter les mesures dispersées qui existent actuellement pour connaître exactement ses possibilités, toutefois entre SAINT-MICHEL-DE-LAURIENNE et EPIERRE son eau n'est pas potable.

CARTE HYDROGÉOLOGIQUE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE



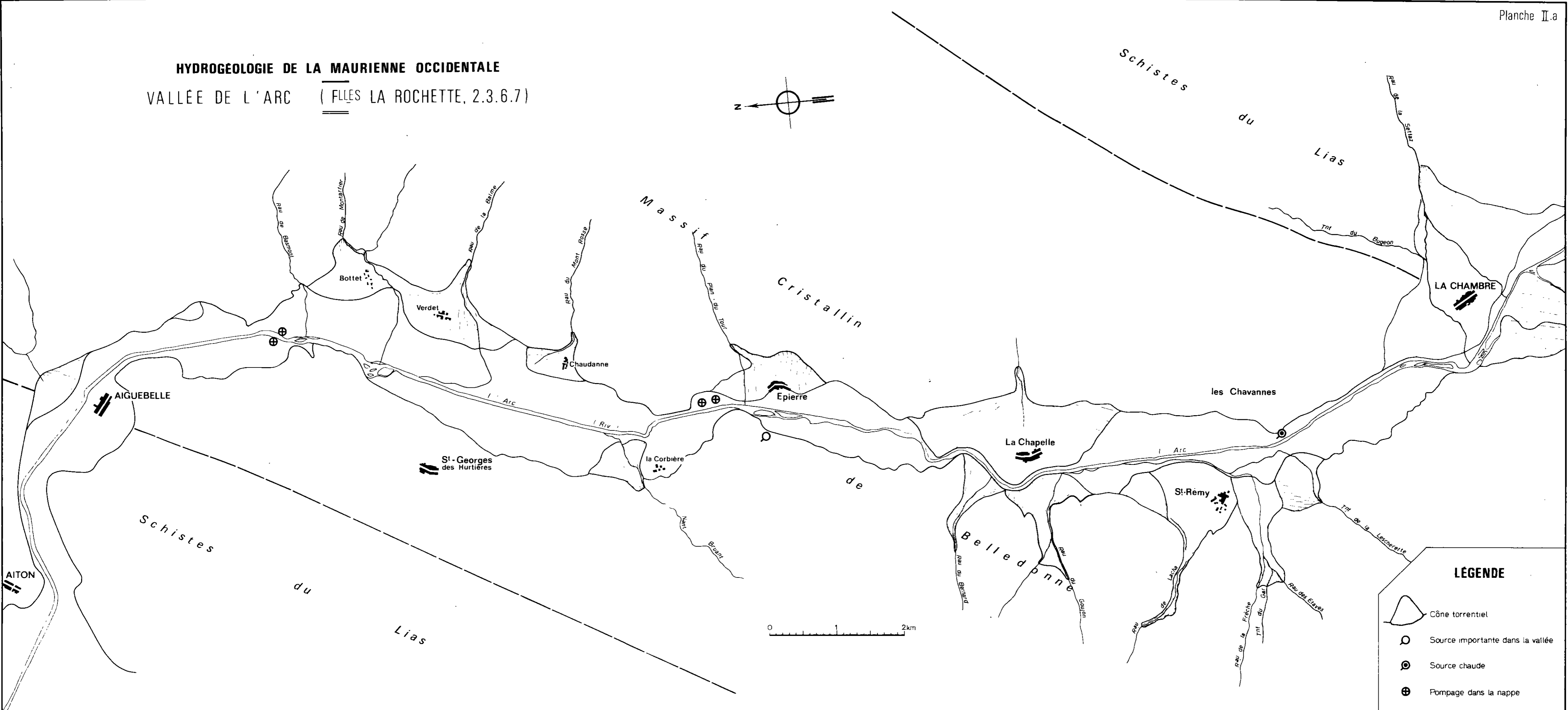
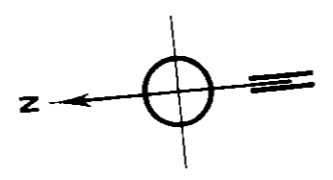
LEGENDE

Unités structurales	Niveau stratigraphique	Lithologie	Propriétés chimiques de l'eau provenant de ces terrains
 Zone des schistes lustrés	Jurassique-Crétacé	Calcschistes métamorphiques	Faiblement minéralisée
	Trias	Gypse dolomie	Fortement sulfatée
 Zone de la Vanoise et couverture de celle-ci	Jurassique-Crétacé	Calcaire	Minéralisation variable
	Trias	Gypse quartzite, calcaire	
	Permo Houiller	Quartzites métamorphiques gneiss, schiste	
 Zone briançonnaise non métamorphique	Houiller	Grès	Faiblement minéralisée
 Zone subbriançonnaise	Trias-jurassique	Gypse, cargneule, schiste, calcaire	Fortement minéralisée sauf bassin de Valloire
	Zone ultradauphinoise.	Eocène.	
 Zone dauphinoise orientale	Lias	Schiste	
 Massifs cristallins externes	Primaire	Schistes métamorphiques, granite, schistes houillers	Faiblement minéralisée

ECHELLE 1/100000



HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE VALLÉE DE L'ARC (F.L.L.S. LA ROCHETTE, 2.3.6.7)



LÉGENDE

- Cône torrentiel
- Source importante dans la vallée
- Source chaude
- Pompage dans la nappe

HYDROGÉOLOGIE DE LA MAURIENNE OCCIDENTALE VALLÉE DE L'ARC. (FLEES MODANE.5.6.7)

