

VILLE DE NICE

RAPPORT GEOLOGIQUE

SUR LES

EAUX DE LA SOURCE DU COULOMP

Par M. LEON BERTRAND

Professeur-Adjoint de Géologie à l'Université de Paris
Collaborateur Principal du Service de la Carte Géologique
de la France



NICE

IMPRIMERIE ADMINISTRATIVE L. CAGNIOLI ET L. GILETTA

Rue du Palais, 11

1911

RAPPORT GÉOLOGIQUE SUR LES EAUX DE LA SOURCE DU COULOMP

Par M. Léon Bertrand

L'importante source du Coulomp, qu'il est question de capter pour l'alimentation de la Ville de Nice, se trouve située sur le territoire de la commune d'Aurent (Basses-Alpes), à une altitude d'environ 1.330 mètres; son débit est considérable: dépassant parfois plusieurs milliers de litres à la seconde après de fortes pluies ou lors de la fonte des neiges, il s'est tenu aux environs de 400 litres en temps d'étiage à la fin de l'été dernier.

Conditions d'Emergence des eaux. — Ces eaux sortent au pied d'une haute falaise de calcaire crétacé, d'âge turonien (Photographie n° 1), surmonté par les épaisses couches marno-calcaires du Sénonien, qui constituent la plus grande partie du périmètre montagneux qui domine cette source. Ce calcaire est très bien lité, en bancs sensiblement horizontaux; en même temps, il est fissuré dans plusieurs directions, à peu près perpendiculaires à la stratification. C'est à la rencontre de plusieurs de ces fissures ou diaclases que se trouve l'émergence des eaux considérées. Il existe deux sources superposées, l'une pérenne bien qu'à débit assez variable (côte 1.328 m. 42), l'autre, plus élevée, ne fonctionnant qu'en temps de crue importante de la précédente et comme trop plein de celle-ci. Plus haut encore, il existe dans la falaise une petite grotte formant abri, qui cor-

respond évidemment à une ancienne émergence encore plus élevée et aujourd'hui entièrement asséchée.

Au niveau des sources, les lits calcaires commencent à être séparés par des délits marneux, qui se développent davantage au-dessous et donnent un système marno-calcaire inférieur, moins perméable aux eaux que les calcaires fissurés plus homogènes qui forment la falaise. Ces couches passent, vers le bas, au grand complexe presque entièrement marneux du Cénomani, qui constitue évidemment un substratum imperméable aux eaux infiltrées dans le massif turonien et sénonien.

La source pérenne, la seule qu'il soit question de capter et dont le débit minimum a été à peine inférieur à 400 litres-seconde lors de l'étiage de l'automne qui vient de finir, s'étale horizontalement à la base d'un banc calcaire, au-dessus d'un banc marneux inférieur, sans qu'on aperçoive de galerie bien définie débouchant à l'extérieur, ainsi que cela aurait beaucoup de chances de se produire, s'il s'agissait de calcaires compacts et purs. Il faut noter, en effet, que le calcaire turonien, même lorsqu'il n'est pas intercalé de marnes, présente dans sa composition une teneur assez forte en argile; cette circonstance, jointe à son état physique très lité et diaclasé, donne au régime souterrain des eaux à son intérieur, une allure évidemment différente de celle qui existe dans les calcaires très purs et massifs, comme ceux des hauts plateaux jurassiques des environs de Nice et du Cheiron, par exemple. Il ne s'ensuit d'ailleurs pas que leur perméabilité soit moins grande que celle de ces derniers.

Quant à la source temporaire, elle sort des bancs calcaires du Turonien par une diaclase quasi-verticale, du moins autant qu'on en peut juger sous les blocs qui couvrent le fond du thalweg et qui masquent la sortie véritable de l'eau; en tout cas, là encore, on ne voit pas de débouché d'une galerie, malgré le débit considérable que peut atteindre exceptionnellement cette émergence supérieure.

S'il n'y a pas de doute que les eaux des deux émergences ne sont que l'aboutissement à l'extérieur d'une importante circulation souterraine ayant lieu dans la puissante masse du cal-

caire turonien, il n'y a, par contre, aucune preuve que le réseau hydrographique souterrain y soit composé de cavités ou galeries de grandes dimensions. Dans la falaise que forme ce calcaire dans la région de la source (photographie n° 1), puis au-dessus du village d'Aurent et sur la rive droite du Gros-Vallon, branche orientale du Coulomp, en amont d'Aurent (Bausse Bérard, photographies n° 2 et n° 3), il se montre partout bien lité et coupé de nombreuses diaclases verticales; mais il y est, par contre, exempt de cavités de quelque importance. Cela n'exclut évidemment pas la possibilité de l'existence éventuelle de quelques grottes dans le calcaire en question. Mais l'existence de nombreux joints de stratification et de fréquentes diaclases peut suffire à assurer une importante circulation souterraine à son intérieur, comme dans des couches formées d'éléments juxtaposés, alors que, dans les calcaires massifs et non lités, la circulation souterraine ne peut guère se faire que dans un réseau de galeries creusées par corrosion dans ces calcaires.

La probabilité de l'absence de grandes cavités, qui, lorsqu'elles existent, ont un rôle régulateur pour les variations de débit, est confirmée par la *venue immédiate*, après une pluie d'orage survenue en temps d'étiage (durant lequel les cavités en question seraient en grande partie vides d'eau), des augmentations brutales de débit qui sont mises en évidence par les graphiques des appareils enregistreurs installés vers le milieu de l'été dernier. Il en ressort évidemment que la circulation des eaux est très facile à l'intérieur du calcaire crétacé et qu'elle s'y fait par des canaux dans lesquels ne se produit guère de frottement ou de perte de charge, mais que, par contre, les cavités ainsi existantes ne sont guère capables d'emmagasiner une masse d'eau importante tombant à la surface sans que le débit des sources en soit immédiatement affecté, ainsi que cela peut avoir lieu dans les régions calcaires dont le sous-sol est rempli d'importantes cavernes communiquant par des galeries souvent siphoides.

Cette conclusion est corroborée par les observations qui ont été faites, au début de l'été dernier, lors de la fonte des neiges, antérieurement à l'installation des enregistreurs. Une aug-

mentation importante de débit se faisait sentir quotidiennement vers la fin de l'après-midi et elle avait cessé le matin, indiquant ainsi un retard de quelques heures seulement sur la période d'insolation journalière; l'un des jours du commencement de juin dernier, pendant les premières observations que je fis dans la région, le temps étant resté couvert, l'augmentation du débit fut très faible. En outre, les eaux présentaient alors une légère turbidité, corrélative de l'augmentation de débit quotidienne et cessant avec elle; ceci indique bien encore, qu'il n'y a pas, au voisinage de l'émergence, de grand réservoir souterrain interposé, ainsi qu'on en avait fait l'hypothèse, car il s'y serait évidemment produit une décantation des eaux ou, tout au moins, la turbidité aurait été moins exactement liée à l'augmentation du débit.

Il semble donc justifié de penser que, comme en terrain naturellement perméable, on peut admettre l'existence d'une véritable *nappe aquifère souterraine*, qui doit imprégner et remplir tous les interstices (joints, diaclases et autres cavités) des couches crétacées surmontant le Cénomanien imperméable, jusqu'à un certain niveau variable avec les conditions d'alimentation, c'est-à-dire les circonstances atmosphériques (pluies, orages, fonte des neiges).

Quant aux relations des deux émergences actuelles, l'une inférieure pérenne et l'autre supérieure temporaire, elle est évidemment très simple. Ainsi que je l'ai dit plus haut et contrairement à une opinion qui a été émise, l'eau de ces deux émergences est évidemment la même et l'émergence supérieure n'est qu'un trop plein fonctionnant lors des crues souterraines de la nappe. L'opinion d'après laquelle ces deux sources auraient une origine différente était fondée sur ce que l'on aurait constaté que l'eau de l'émergence supérieure peut être trouble, au début d'une crue, sans que celle de la source pérenne le soit. Or, il est naturel que, lors d'une crue subite, les eaux du trop-plein se troublent avant que la turbidité ait gagné l'émergence inférieure, car elles proviennent évidemment plutôt de l'écoulement des eaux plus ou moins troubles qui viennent de s'infiltrer dans le sous-sol après avoir ruisselé quelque peu à la surface.

La filtration devant, *à priori*, être considérée comme très faible, sinon presque nulle, dans les fissures du calcaire, et la décantation n'ayant alors pas le temps de se produire, ces eaux peuvent sortir avec une certaine turbidité, alors que l'émergence inférieure continue, au moins au début de la crue, à provenir de l'écoulement des eaux déjà emmagasinées et décantées dans la nappe, tout en augmentant de débit par suite de la crue de celle-ci et de la charge plus grande au-dessus de l'émergence.

Je dois d'ailleurs ajouter qu'à aucune de mes visites, soit en juin, soit en septembre dernier, je n'ai trouvé trace de différence entre les eaux sortant des deux émergences superposées. A la suite de conditions météorologiques variées, les eaux se sont montrées identiques d'une émergence à l'autre au même moment, avec la même température et le même degré de transparence ou de turbidité et de coloration, soit à l'œil nu, soit avec l'aide de la lunette de 1 m. 50. L'émergence supérieure actuelle est évidemment une ancienne émergence analogue à celle qui est aujourd'hui totalement abandonnée par les eaux, probablement depuis longtemps, et qui sert accidentellement d'abri à quelques moutons. Il y a là, par suite, la trace d'un abaissement du niveau de l'émergence qui, quoique probablement ancien, pourrait cependant se renouveler avec les progrès de l'érosion souterraine et dont la possibilité devra entrer en ligne de compte dans l'établissement du projet de canalisation.

Ces considérations, qui pourront paraître un peu longues, étaient cependant nécessaires à exposer. En effet, la variabilité très grande du débit de la source pérenne, qui tombe en temps d'étiage, à un chiffre un peu inférieur à 400 litres-seconde, alors qu'il dépasse beaucoup 1.000 litres à certains moments, avait conduit à se demander s'il ne serait pas possible de penser à régulariser le débit de la source et à l'amener à un chiffre voisin des 800 litres que l'on désirerait amener à Nice pour une bonne alimentation de la Ville.

On avait pensé à élever le plan d'eau de la nappe souterraine en limitant le débit de l'émergence lors des périodes de crue, de façon à constituer alors des réserves souterraines qui

seraient dépensées en temps d'étiage. Or, je crois qu'un tel projet, fort séduisant s'il se fût agi de calcaires compacts massifs et très peu fissurés, est ici irréalisable et que même une tentative d'exécution pourrait être dangereuse pour l'existence de la source actuelle.

J'ai précédemment indiqué, en effet, les raisons pour lesquelles je considère comme peu probable l'existence de grands vides souterrains dans le calcaire turonien, sur laquelle on avait tablé lorsque cette idée a été émise. Il est vrai que l'existence de ces grandes cavités individualisées ne serait pas indispensable pour penser à élever le niveau de la nappe en diminuant son écoulement lors des crues; des serremments souterrains ont été exécutés avec succès dans des drainages de nappes souterraines en terrain perméable, mais l'emplacement des points d'écoulement de celles-ci n'en pouvait être modifié. Il n'en est pas ici de même, par suite de l'état très lité et fissuré du calcaire turonien dans le voisinage de l'émergence, joint à la circonstance que celle-ci se trouve située au flanc d'une paroi abrupte et bien au-dessus de la gorge qui entaille profondément les couches d'où provient l'eau. Ces conditions s'opposent, à mon avis, à ce que le niveau de la nappe soit, d'une façon habituelle, élevé au-dessus de ce qu'il est actuellement, sous peine de risquer de provoquer la production de nouveaux points d'émergence, dont on ne pourrait d'ailleurs prévoir l'emplacement et dont la formation pourrait être la cause d'un tarissement plus ou moins complet de la source actuelle. Je ne puis, en d'autres termes, conseiller l'exécution d'aucun travail qui soit de nature à modifier, en ce point particulièrement délicat, le régime que les eaux souterraines ont acquis naturellement, par adaptation à des conditions que nous ne pouvons toutes connaître.

En particulier, cette grande fissuration du calcaire crétacé au voisinage de la source, fissuration qui est d'ailleurs probablement la cause même de l'existence de celle-ci, doit nous inciter à la plus grande prudence pour l'exécution des travaux de captage, si ces travaux ont lieu. La source pérenne, qu'il s'agirait de capter, est très favorable à cet égard, parce que les

eaux y sortent directement des couches crétacées, entièrement mises à nu, au pied d'une paroi verticale le long de laquelle n'existe aucun ruissellement superficiel appréciable. Il sera donc facile de recueillir ces eaux à leur émergence même et de les soustraire à toute contamination entre leur sortie de leur gisement géologique et leur entrée dans la conduite d'adduction. Mais les quelques petits travaux indispensables au captage devront être exécutés en provoquant le minimum d'ébranlement possible dans les calcaires voisins et, par suite, en proscrivant l'emploi de tout explosif, si faible soit-il. Enfin, il sera prudent de tenir compte, comme je l'ai déjà dit, pour le tracé de la canalisation, de la possibilité de l'abaissement de la cote d'émergence de la source; sans rien pouvoir affirmer de précis, à cet égard, une marge de 10 mètres au moins me semble devoir être prévue dans l'établissement du projet.

Détermination du Périmètre d'alimentation. — L'étendue du périmètre d'alimentation de la source est évidemment liée aux conditions géologiques du sous-sol. La source et le massif qui domine le village d'Aurent sont en pleine région de Crétacé supérieur; dans l'ensemble, les couches crétacées y sont presque horizontales, tout en présentant quelques ondulations, d'une importance capitale pour le sujet qui nous intéresse. Le substratum imperméable de la nappe aquifère devant être constitué par le Cénomanien, il est, en effet, évident que la détermination de son allure profonde est primordiale pour celle du périmètre qui a ses eaux d'infiltration drainées par la source du Coulomp.

Mais on ne voit plus le Cénomanien à découvert, en dehors du petit bombement du village d'Aurent, que fort à l'Ouest, dans la vallée du Verdon, ou à l'Est dans celle du Var. On peut cependant induire, de la disposition des couches crétacées plus élevées, qui sont largement à découvert, celle des couches cénomaniennes en profondeur, tout cet ensemble ayant subi des ondulations concordantes. Ce n'est que lorsque les couches nummulitiques recouvrent le crétacé qu'on cesse d'avoir des quasi-certitudes; car si la série nummulitique est habituellement à peu près concordante avec les couches sous-jacentes,

il peut cependant exister localement une différence d'allure assez marquée entre elles, à cause des plissements qui se sont faits avant le dépôt du nummulitique.

L'affleurement cénomaniens d'Aurent indique l'existence d'un pli anticlinal très peu marqué sur son flanc nord, mais qui est extrêmement redressé en son flanc méridional, dont les couches apparaissent très contournées dans la gorge en aval du pont d'Aurent. L'axe de ce pli très dissymétrique est dirigé du N.-W. au S.-E. comme celui de tous les plis principaux avoisinants, et il passe presque exactement par l'emplacement de la source et par le cours inférieur de la branche ouest du Coulomp en amont du pont d'Aurent, dans laquelle les eaux de la source, qui sort de la paroi nord de cette étroite gorge, descendent par une importante cascade jusqu'au thalweg creusé dans le Cénomaniens. L'existence de ce repli très brusque des couches crétacées fait que la région au Sud de cette vallée ne peut évidemment envoyer ses eaux souterraines à la source, située dans la paroi opposée et à une assez grande hauteur au-dessus du fond du thalweg. Le périmètre d'alimentation de celle-ci ne peut donc s'étendre qu'au Nord-Est de l'axe de ce pli. Une bonne coupe de l'allure des couches crétacées dans la direction du Nord est donnée par la falaise très élevée des calcaires turo-niens qui s'étend de la source au-dessus du village d'Aurent et qui ensuite se continue, directement au Nord, sur la rive droite du Gros-Vallon, branche orientale du Coulomp en amont d'Aurent, lui-même formé par la réunion du vallon de Pesquières et de celui de la Valette, qui tombe en une cascade fort élevée dans le premier (photographie n° 3).

Cette photographie, fort réussie, due à M. Paschetta et faite de la rive gauche du vallon du Fouès, en face de celui de la Valette, montre bien que, dans la direction du Sud au Nord, les couches crétacées sont sensiblement horizontales, avec un très léger plongement au Nord sous le massif du Grand-Coyer, qui correspond à un synclinal à très grand rayon de courbure dont la partie centrale est occupée par un important massif nummulitique recouvrant le Sénonien. Mais, d'autre part, sur une autre photographie due aussi à M. Paschetta

(photographie annexe n° 2), prise du point où l'on arrive en vue du village d'Aurent en venant du col de Fâ, on voit indiscutablement les couches crétacées supérieures au Cénomaniens plonger faiblement, mais très nettement, dans la direction de la source du Coulomp depuis la crête qui sépare le Gros-Vallon de la vallée du Var, à l'Est. Ce plongement est dû à la superposition, au faible plongement du flanc Sud du synclinal du Grand-Coyer, d'un abaissement très net de l'axe de ce pli, vers le N.-W.

L'existence du Gros-Vallon, il est vrai, semble au premier abord être un obstacle absolu à la possibilité d'un écoulement vers la source du Coulomp des eaux tombées à l'Est de son thalweg, sur le massif crétacé qui le sépare de la vallée du Var (Tête de Mélina, Pierre Grosse, le Fourciau, Pas des Sanguis, etc...). Mais il suffit de remarquer que le thalweg de ce Gros-Vallon atteint l'altitude de la source peu en amont d'Aurent, et qu'il la dépasse ensuite très vite, en sorte que la nappe souterraine qui alimente cette source peut parfaitement passer au-dessous du thalweg et se poursuivre à l'Est de celui-ci. Cette opinion est confirmée par le fait que le Gros-Vallon est souvent à sec dans la région d'Aurent, bien que sa tête ait un certain débit permanent dans la région de la Cabane de Pesquières et qu'il en soit de même pour son affluent, le vallon de la Valette. Les eaux du vallon supérieur de Pesquières, qui proviennent du Nummulitique et du Sénonien marno-calcaire, finissent par se perdre entièrement, lorsque leur débit est faible, dans les fissures du calcaire turonien, assez disloqué en cette région (photographie annexe n° 5). Cela était le cas vers la fin de la matinée du 16 septembre, après une assez forte pluie le 14 et dans la matinée du 16. En temps d'orage ou de pluies abondantes, l'absorption peut cependant ne plus être complète au-dessous de la Cabane de Pesquières, et il peut alors exister une circulation d'eau superficielle tout le long du thalweg.

On ne peut d'ailleurs admettre que les eaux ainsi infiltrées dans le calcaire se bornent à suivre souterrainement le thalweg à faible profondeur, en circulant simplement dans les cailloux roulés qui encombrant son fond. Cela serait possible dans la

région située au voisinage immédiat d'Aurent, en aval de la cascade par laquelle se termine le vallon de la Valette. Mais une semblable circulation ne peut avoir lieu plus en amont, où plusieurs seuils rocheux interrompent complètement la continuité des alluvions du fond du vallon de Pesquières sans qu'il existe de débit permanent en ces points. On voit bien aussi cette particularité pour le vallon qui descend du Pas Roubinous et qui rejoint celui de Pesquières, un peu en aval de la cabane de ce nom, par une cascade ne fonctionnant qu'en temps de crue; la photographie annexe n° 6 montre, en effet, le seuil creusé par cette cascade entièrement à sec le 16 septembre vers 11 heures du matin, alors qu'une forte pluie tombait depuis le matin et qu'il avait déjà plu le 14.

Il est donc bien évident qu'il y a engouffrement et perte véritable des eaux de ces bassins supérieurs, après une circulation superficielle plus ou moins longue sur le Nummulitique et le Sénonien marneux, et il est donc tout naturel que les eaux ainsi soustraites à la circulation à l'air libre aillent rejoindre la nappe souterraine qui alimente la source du Coulomp. Comme le calcaire turonien se trouve, dans la région de Pesquières, à une altitude d'environ 2.000 mètres et comme le Cénomaniens doit le suivre à faible profondeur, il existe donc une forte dénivellation entre son altitude en cette région et celle qu'il a à Aurent et dans la région de la source. Cette dénivellation, d'environ 400 à 500 mètres, est plus que suffisante pour assurer l'écoulement des eaux ainsi engouffrées dans la région de Pesquières jusqu'à la source, même avec des terrains bien moins perméables que ceux dans lesquels se fait leur trajet souterrain.

Il semble, d'après une observation faite au commencement de septembre dernier, qu'on puisse fixer à trois jours et demi environ le temps que mettent l'eau ainsi engouffrée en ces points et les matières qu'elle tient en suspension pour parvenir en nature à la source après un orage survenant en temps d'étiage de la nappe, y compris le temps que nécessite le trajet superficiel de l'eau, antérieur à son infiltration dans le calcaire crétacé. En effet, les crues de la source sont généralement

accompagnées d'une certaine turbidité, d'importance variable, sur laquelle je reviendrai plus loin et qui est presque uniquement due à des matières minérales. Celles-ci sont habituellement composées d'une argile plus ou moins calcarifère et ferrugineuse, extrêmement fine, dont on pourrait attribuer l'origine au résidu de la dissolution profonde du calcaire crétacé, toujours plus ou moins marneux, par les eaux de circulation souterraine. Ce résidu, semblable à celui qui teinte en jaune la surface du calcaire crétacé, gris sur sa cassure fraîche, peut naturellement être entraîné en plus grande abondance lors d'une crue subite, accompagnée de quelque éboulement souterrain de la masse calcaire, ou de l'entraînement de quelque tampon d'argile formé dans une fissure qui se trouverait débouchée par suite de l'augmentation de pression de l'eau. Mais, à la suite de deux violents orages survenus le 30 août (vers midi et le soir) dans la région montagneuse du Grand-Coyer, une particularité non encore observée se produisit à la source. De même qu'après de précédents orages, une augmentation immédiate de débit se produisit, mais sans turbidité appréciable; par contre, le mercredi 3 septembre, alors que le débit était déjà redevenu à peu près normal (422 litres), et bien qu'aucune pluie ne fût tombée dans la région depuis le 30 août, à 20 heures, une turbidité d'une intensité jusqu'alors non observée à la source commença et elle dura, en s'atténuant, jusqu'au 6 septembre. Des bonbonnes de cette eau extraordinairement trouble furent prélevées par le garde Liautaud et envoyées par lui à Nice, où je pus examiner leur contenu.

Le dépôt très important que laissait précipiter cette eau presque immédiatement après agitation était formé, en proportion très notable, de grains fins de sable quartzeux et d'autres provenant de minéraux colorés ferro-magnésiens. Il est bien évident que ces grains sableux arrondis ne peuvent tirer leur origine, parmi toutes les couches existant dans la région, que des grès d'Annot qui couronnent le massif montagneux et qu'ils ont été entraînés, tout d'abord, par l'un des vallons qui drainent le massif nummulitique avant de pénétrer au sein du calcaire crétacé duquel ils sont ressortis à la source du Coulomp. Parmi

ces vallons, on ne peut en envisager que deux groupes (carte annexée à ce Rapport). Ceux qui descendent du versant Sud du Grand-Coyer et du Rocher du Carton coulent d'abord assez longuement à la surface des couches nummulitiques, sans pouvoir s'y engouffrer (photographie n° 4). Les eaux tombées à la surface des grès d'Annot, même si l'on admet qu'elles y pènètrent tout d'abord, rencontrent au-dessous une épaisse série de marnes bleues nummulitiques imperméables, dont l'existence explique celles des petites sources situées à la tête de ces vallons. Par suite, les eaux tombées sur le massif tertiaire doivent ruisseler à la surface des marnes en question, en entraînant le sable fin provenant de la désagrégation du grès d'Annot par les agents atmosphériques. Après avoir traversé la barre peu importante du calcaire à Nummulites situé à la base des marnes bleues, qui ne joue aucun rôle absorbant spécial, elles arrivent à la surface des couches marno-calcaires du Sénonien, au sommet du Crétacé. Si celles-ci ont une perméabilité moyenne suffisante pour que l'on puisse admettre qu'une part importante des eaux de pluie qui tombent à leur surface peut immédiatement s'infiltrer dans le sous-sol, elles ne constituent cependant pas un milieu favorable à l'engouffrement des ruisseaux. De fait, ayant suivi celui qui monte à la Cabane de la Valette en un jour de débit moyen (photographie n° 3), sur laquelle on voit la cascade provenant de ce ruisseau, je n'ai constaté l'existence d'aucun point d'absorption, ni même de tendance à une perte des eaux sur le trajet des ruisseaux à la surface des calcaires marneux sénoniens.

Comme ensuite ces ruisseaux, soit le vallon de la Valette et ses affluents, soit celui qui tombe directement de la vallée principale un peu à gauche de la Cabane du Prey, n'arrivent au calcaire turonien, favorable à un tel engouffrement que dans une portion de leur cours, disposés en cascades, l'écoulement des eaux à la surface y est évidemment bien plus facile que par le trajet souterrain qui serait nécessaire pour que ces eaux et le sable qu'elles charrient arrivassent à la source du Coulomp.

Par contre, les conditions sont très différentes pour les

deux vallons voisins qui descendent au col de Lignin et du Pas Roubinous; ceux-ci peuvent aussi charrier des sables provenant des grès d'Annot (du versant Nord-Est du massif du Grand-Coyer pour le premier, et de la Crête entre Coulomp et Var pour le second), d'autant que les couches tertiaires y sont beaucoup plus ravinées que sur le versant Sud du massif du Grand-Coyer. L'intensité du ravinement des marnes sénoniennes et nummulitiques et, par suite des grès d'Annot superposés, minés par leur pied, y est même telle qu'un petit périmètre de reboisement y a été récemment créé dans le vallon du Pas Roubinous. Or, je viens d'indiquer que le ravin qui descend du col de Lignin a des pertes absorbant totalement son débit en temps ordinaire au-dessous de la Cabane de Pesquières. Je n'ai pu, par suite de mauvais temps, visiter celui du Pas Roubinous, mais le fait, déjà indiqué, qu'il se réunit au vallon de Pesquières par une cascade qui était encore à sec le 16 septembre, vers 11 heures, alors qu'il avait plu le matin et que déjà une forte pluie avait eu lieu le 14, indique bien que des absorptions y peuvent avoir lieu dans le calcaire turonien comme pour le ravin de Pesquières et que l'écoulement des eaux tombées sur le bassin de cet affluent doit aussi être principalement souterrain.

Il me semble extrêmement probable que le phénomène exceptionnel que j'ai indiqué a dû tenir à ce qu'un orage d'une très grande intensité, ayant eu lieu à la tête de l'un ou de l'autre des deux ravins en question, et probablement des deux à la fois, un engouffrement d'eau exceptionnellement chargée de matériaux en suspension s'est produit. Mais, tandis que l'effet de l'orage sur le débit s'est produit presque immédiatement, comme à l'ordinaire, par l'élévation du plan d'eau de la nappe souterraine, l'arrivée en nature de l'eau ainsi chargée de matériaux en suspension ne s'est faite qu'après un certain temps, alors que l'augmentation momentanée du débit avait pu cesser presque complètement. On peut d'ailleurs penser que l'arrivée d'eau beaucoup plus trouble qu'à l'ordinaire a pu être facilitée par le fait qu'on était alors en temps d'étiage, tandis que, lors d'une période de grandes pluies générales produisant une crue générale de la nappe profonde, la pénétration d'eau localement

très chargée de matériaux en suspension n'amènerait pas la même turbidité à la source. Quant à la durée de trois jours environ pour le trajet souterrain de l'eau depuis le vallon supérieur de Pesquières jusqu'à la source, qu'on peut déduire de la circonstance que je viens d'indiquer, il est bien évident qu'elle pourra varier assez sensiblement suivant l'état de la nappe; toutefois, durant la période qui a suivi l'orage en question, plusieurs autres pluies de peu de durée ont été suivies d'une assez faible turbidité arrivant au bout d'un même délai d'environ trois jours à deux jours et demi. Il y a évidemment là une donnée dont il faut tenir compte et qui montre que les causes de pollution de l'eau de la source du Coulomp peuvent être assez lointaines et ne sont pas toutes localisées au voisinage immédiat de celle-ci, par exemple dans le vallon de la Valette; c'est là un fait sur lequel je reviendrai plus loin.

Ayant ainsi indiqué les raisons qui me font admettre que le périmètre d'alimentation de la source s'étend jusqu'aux vallons supérieurs descendant du col de Lignin et de celui du Pas Roubinous, et qui font même que des eaux infiltrées dans cette région éloignée peuvent arriver *sans filtration et même sans dégrossissage* à la source, je reviens à la recherche de la limite qu'on peut assigner à ce périmètre d'alimentation. Le relèvement très marqué du Crétacé dans cette région semble dû à l'existence d'un nouvel axe anticlinal parallèle à celui d'Aurent, qui délimite le périmètre au S.-W.; cet axe anticlinal, qui amènerait les mêmes couches à un niveau d'environ 400 à 500 mètres supérieur au précédent, correspond à l'avancée du Cénomani en dans le fond du torrent de Rioul, au Sud du Mont Saint-Honorat et il sépare le synclinal du Grand-Coyer de celui du Saint-Honorat.

Le bord de celui-ci est marqué par une nouvelle bande de Nummulitique, qui forme la crête à partir de Pierre Grosse et qui, par son peu de perméabilité, dirige respectivement les eaux de pluie qui tombent sur ses deux versants du côté de chacun des deux synclinaux, c'est-à-dire vers le Coulomp ou le Var. La limite des bassins hydrographiques des eaux profondes n'est donc pas sensiblement différente de celle des écou-

lements des eaux superficielles, comme cela peut avoir lieu en pays calcaire. Il faudrait, peut-être, tout au plus, faire franchir quelque peu à la limite du périmètre en question la crête hypsométrique à partir de Pierre Grosse vers le Sud; mais cela est sans grande importance.

Cette limite étant ainsi fixée vers le Nord-Est, des considérations analogues vont nous servir à la faire au Nord-Ouest. Dans cette direction, le Crétacé disparaît sous le Nummulitique, très largement étalé, du massif du Grand-Coyer, dont j'ai indiqué déjà le rôle pratiquement à peu près imperméable. Cette circonstance simplifie beaucoup la question dans cette direction, en l'absence de données sur l'allure du Crétacé au-dessous du Nummulitique. En effet, toutes les eaux tombées sur le versant Sud du massif descendent certainement au Crétacé, ainsi que je l'ai déjà dit et, de là, gagnent le Coulomp, soit directement, soit, pour la plus grosse part, par l'intermédiaire de la source d'Aurent. Par contre, celles qui tombent sur le versant opposé ruissellent d'abord dans la direction du Nord et, lorsqu'elles arrivent au Crétacé, les couches plongent fortement vers le Nord-Ouest, par un rapide abaissement des plis dans la direction de Colmars. Un retour souterrain des eaux tombées sur le versant Nord du massif n'est donc guère possible dans la direction du Coulomp, et l'on peut donc encore fixer la limite du périmètre d'alimentation de la source du Coulomp, à la crête orographique jusqu'au Grand-Coyer, puis vers le Sud, jusqu'à l'éperon nummulitique du point 2.206 m. Cela exclut de ce périmètre les petits lacs de Lignin, dont l'alimentation est d'ailleurs extrêmement faible et qui, situés sur un substratum imperméable, se déversent manifestement dans la vallée de la Lance, vers Colmars.

Il est, *a fortiori*, inutile de discuter l'idée d'après laquelle l'eau du lac d'Allos viendrait contribuer à l'alimentation de la source du Coulomp.

Au Sud du point 2.206 m., il me semble que l'on doit abandonner les lignes de crêtes comme limite du périmètre cherché et adopter approximativement, au contraire, le thalweg supérieur du vallon du Coulomp, ainsi que l'indique la carte annexe,

jusqu'au point où l'altitude du fond de ce thalweg est sensiblement égale à celle de la source. La raison qui me fait adopter cette limite est que le thalweg en question coïncide approximativement avec l'axe de l'anticlinal d'Aurent. Au delà de la source, vers l'Est, il est évident sur le terrain qu'on doit englober dans le périmètre tout le massif situé au N.-W. d'Aurent, jusqu'au pied de la falaise de calcaire turonien. Par contre, la limite devient évidemment fort difficile à indiquer au delà de la vallée du Gros-Vallon, pour aller rejoindre la crête qui la sépare de celle du Var. La solution qui me semble pratiquement la plus vraisemblable consiste à mener par le point où le fond du thalweg est plus élevé que le niveau de la source de 10 à 15 mètres environ, soit par le confluent du vallon descendant de Pierre Grosse, une ligne de plus grande pente du versant allant rejoindre la crête à quelques centaines de mètres au Sud de la Tête de Mélina.

Le périmètre ainsi délimité sur la carte a, en projection horizontale, une superficie d'environ 35 kilomètres carrés, c'est-à-dire assez inférieure à celle que l'on est, *à priori*, tenté de considérer comme nécessaire pour expliquer le débit de la source du Coulomp. Mais il faut bien, dans l'appréciation du débit moyen annuel de celle-ci, éviter de se laisser hypnotiser par les débits formidables, de plusieurs mètres cubes à la seconde, que l'on observe pendant la période de grosse fonte des neiges ou lors des pluies d'automne. Ces débits considérables, de même que ceux dus aux orages d'été sont passagers et ne constituent que des « pointes » sans grande durée par rapport aux longues périodes d'étiage.

Avant de discuter les résultats des jaugeages faits à la source en 1913, je commencerai par rappeler que des jaugeages du Coulomp, au pont de la Donne, c'est-à-dire à son confluent avec la Vayre un peu en aval d'Annot, ont été faits par le Service de Grandes Forces Hydrauliques en 1911 et 1912. Les résultats de ces jaugeages ont été fournis par M. l'Ingénieur en Chef, R. de la Brosse, à M. le Maire de Nice. Ils indiquent un débit moyen de 1.740 litres-seconde pour l'année 1911 et de 2.020 en 1912, année assez humide. Or, si l'on compare le pé-

mètre que j'ai viens de délimiter à l'ensemble du bassin du Coulomp, on voit qu'il n'en est que le tiers à peine; cependant, en tenant compte des plus grandes altitudes qui s'y rencontrent, on peut admettre que ce périmètre doit fournir environ la *moitié* du débit moyen du Coulomp au pont de la Doume, ce qui, pour l'année 1911, ne fournirait qu'environ 870 litres-seconde. Il importe d'ailleurs encore de remarquer que la source du Coulomp ne débite pas, à elle seule, toute cette quantité; lors des grosses pluies et de la grosse fonte des neiges, le Gros-Vallon et celui du Coulomp en amont de la source débitent des quantités d'eau considérables, auxquelles il faut ajouter les petites sources permanentes qui alimentent les fontaines et les lavoirs d'Aurent, car elles proviennent du même massif calcaire. Pour toutes ces raisons, il ne semble donc pas que le débit moyen annuel de la source du Coulomp, en 1911, ait dû dépasser sensiblement *800 litres à la seconde*.

Or, je pense, comme mon collègue M. Maury, que l'on peut admettre que la chute d'eau annuelle, tant en pluie qu'en neige, aux altitudes en moyenne supérieures à 2.000 mètres du périmètre d'alimentation, peut être évaluée approximativement à 1 m. 50. D'autre part, en ce périmètre relativement très perméable, il ne me semble nullement exagéré de compter comme M. Maury, sur un coefficient d'infiltration de 50 p. 100, en tenant compte surtout de la fusion de la neige. Cela donnerait une infiltration moyenne annuelle de 0 m. 75 pour toute la surface du périmètre, correspondant à un débit moyen de 23,78 litres-seconde par kilomètre carré, soit de 832,30 litres par seconde pour un périmètre de *35 Kilomètres carrés*. La concordance de ces chiffres, nettement du même ordre de grandeur, semble bien être une confirmation réciproque de leur approximation. Les débits enregistrés par les appareils de jaugeage installés à la source depuis le 28 juillet dernier, de même que ceux, notablement moins précis, qui avaient été relevés antérieurement par des procédés assez sommaires, conduisent d'ailleurs à une moyenne annuelle d'ordre comparable.

En effet, si nous analysons d'abord les résultats fournis depuis le 28 juillet par les appareils enregistreurs, on constate

que le débit minimum (8 septembre) a été de 390 litres et que les débits inférieurs à 500 litres ont eu lieu, durant cette période d'étiage de la fin de l'été, pendant vingt-six jours, entre le 15 août et le 13 septembre, avec une moyenne de 455 litres durant cette longue période. Pendant celle-ci, les graphiques enregistrent bien quelques pointes très brusques, mais passagères, correspondant à des orages dont j'ai précédemment discuté les effets à un autre point de vue; celles qui ont eu lieu à la suite des grosses pluies de la seconde quinzaine de septembre (pluies de la Saint-Michel) et d'octobre n'ont pas eu non plus de longue durée, en sorte que le débit moyen pour un trimestre consécutif, du 28 juillet au 27 octobre inclus, a été de 730 litres-seconde seulement. Au début de l'hiver et durant toutes les chutes de neige qui ne fondent pas avant la fin du printemps; le débit est évidemment aussi réduit; mais je n'ai pas de chiffre précis à indiquer. Cependant, d'après les jaugeages qui ont été faits approximativement au début de l'année sur le ruisseau du Coulomp en aval de la source, la moyenne de trente jours, du 5 janvier au 3 février inclus, a été de 482 litres-seconde pour ce ravin. Bien que la presque totalité de ce débit fût imputable à la source en question, il ne semble néanmoins pas qu'on puisse lui attribuer plus de 450 litres environ pour cette période.

Pour les trente jours suivants, du 4 février au 5 mars, le débit moyen du ravin a été de 495 litres et celui de la source n'a guère pu dépasser 460 litres. Du 6 mars au 4 avril, par suite des pluies de la fin de mars (pluies d'équinoxe), le débit moyen s'élève à 1.010 litres environ; mais le Vallon supérieur a dû donner fortement pendant ces pluies et le débit de la source peut approximativement être réduit à 950 litres au plus.

Donc, pour un trimestre complet, du 5 janvier au 4 avril, cela ne donne qu'un débit moyen de 620 litres-seconde environ. En combinant ce trimestre d'hiver, qui contient une période de pluies d'équinoxe à la fin de mars, et celui de la fin de l'été et du début de l'automne, qui renferme aussi une semblable période, on n'arrive qu'à un débit moyen d'environ 675 litres. Ce chiffre ne doit pas être très inférieur à la moyenne annuelle, car si la période de trente-neuf jours, du 5 avril au 13 mai (fin des

jaugeages du ravin), donne une moyenne de 1.400 litres (qui doit être assez réduit pour tenir compte du débit du vallon supérieur), par contre, le début de l'hiver, pendant lequel le périmètre se couvre de neige, doit donner un débit très faible, duquel on n'a pas de mesure précise.

Il me semble donc encore résulter de ces mesures, malheureusement fort incomplètes, que le débit moyen annuel de la source en 1913, ne doit pas être très différent du chiffre de 800 à 850 litres, auquel je suis arrivé approximativement par d'autres considérations.

Qualité des eaux, leurs causes possibles de contamination; mesures nécessaires de protection. — Le périmètre d'alimentation que je viens de délimiter est entièrement inculte et dépourvu de toute habitation autre que les cabanes des bergers qui viennent y faire paître, en été, les troupeaux de moutons, en grande partie transhumants, sur les maigres pâturages qui se rencontrent là où la constitution du sol le permet; il est, en outre, couvert de neige pendant une grande partie de l'année, tout au moins dans ses parties les plus élevées, où plusieurs mètres de neige existaient encore au commencement de juin dernier et où les premières chutes avaient lieu en septembre. Il ne semble donc pas, à priori, qu'il puisse s'y rencontrer de cause sérieuse de contamination pour ces eaux, ou, tout au moins, d'autre cause que celle qui résulte du pacage et du séjour des troupeaux et de leurs gardiens pendant quelques mois chaque été.

Cette pollution est d'ailleurs probable, en l'absence de terrains filtrants, et il était donc nécessaire de chercher à en déterminer l'importance avec quelque précision. A cet effet, j'ai demandé à la Municipalité de Nice de faire procéder à des analyses chimiques et bactériologiques répétées et à des déterminations de température, dont je vais seulement exposer très sommairement les résultats, car leur étude détaillée n'est pas de mon ressort.

La température de l'eau de la source présente une remarquable constance aux diverses saisons, et, d'autre part, les pluies les plus fortes n'ont qu'une influence insignifiante sur sa va-

leur, ainsi que l'indiquent nettement les graphiques du thermomètre enregistreur entre le 13 août et le 30 novembre. Ces graphiques se résument ainsi:

Mois d'Août				
	13-17	18-24	25-31	
Températures maxima.....	6	6	6,3	
minima.....	5,5	5,6	5,8	
Mois de Septembre-Octobre				
	1-7	8-14	15-21	22-28 29-5
Températures maxima....	5,8	5,6	5,5	5,6 5,5
minima.....	5,5	5,4	5,1	5,3 5,3
Mois d'Octobre-Novembre				
	6-12	13-19	20-26	27-2
Températures maxima.....	5,3	5,8	5,8	5,9
minima.....	5,2	5,5	5,5	5,3
Mois de Novembre				
	3-9	10-16	17-23	24-30
Températures maxima.....	5,6	5,3	5,2	5,3
minima.....	4,6	4,8	5,1	5,1

Les renseignements antérieurs à l'établissement de l'enregistreur sont assez restreints, à ma connaissance du moins. Ils débutent en pleine période de fonte de neige et cependant les chiffres suivants: 31 mai, 5° (t. de l'air, 13°), 2 juin, à 16 h., 4°; 9-4 juin, à 16 h. et demie, 4°; 7-5 juin, à 6 h. et demie, 4°,5, sont, on le voit, à peine différents de 1° de ceux qu'on relève à la fin de l'été. Durant cette période de fonte de neiges, il y a une oscillation diurne de la température d'environ 0°,2; quant aux petites variations que montrent les graphiques de l'enregistreur, il semble qu'en partie du moins, elles puissent être attribuées à l'insolation de la paroi au pied de laquelle se trouve la source. En tout cas, la valeur insignifiante de ces variations, durant une période qui s'étend sur près de six mois, montre bien que la température de la source doit être considérée comme sensiblement constante, ce qui est, comme on le

sait, une excellente condition, surtout dans une région principalement formée de calcaires, c'est-à-dire très perméable.

Au point de vue chimique, la composition de l'eau (abstraction faite des troubles provoqués par des matières en suspension, sur lesquels je reviendrai) s'est montrée aussi remarquablement constante que la température, dans quatorze analyses différentes, et très satisfaisante. Des résultats de ces analyses, qui sont joints au dossier, j'ai tiré seulement les moyennes et les maxima suivants pour chacun des éléments qui ont été dosés (tous exprimés en mgr. par litre d'eau).

	Matière organique					Az H3	Azote albuminoïde	Nitrites
	Oxygène	doses en oxygène		en acide oxalique				
	dissous en mgr	solution acide	solution alcaline	solution acide	s. lution alcaline			
Moyenne	9,19	0,893	0,742	7,00	5,81	0	0	0
Maximum	10,50	1,50	1,30	11,70	10,14	0	0	0
	Nitrates		Chlorures		Résidu minéral			Si O2
	P2 O5	SO3	Na Cl	Cl	à 110°	après calcin		
Moyenne	très légères traces	0	4,15	5,36	3,3	122,7	114,4	5,25
Maximum	traces	0	9,2	6,59	4	134	126,5	8
	Composition probable				Degré hydrométrique			
	CaO	MgO	CaSO4	CaCO3	MgCO2	total	permanent	
Moyenne	50,26	5,29	6,92	85,26	11,1	11° 7	5° 3	
Maximum	58	6,5	15,6	98,58	13,65	13°	6° 5	

Il est évident que des eaux qui ont de semblables teneurs en matières organiques (avec les chiffres en solution acide constamment supérieurs à ceux en solution alcaline), en ammoniaque, azote albuminoïde, nitrites et nitrates, phosphates et chlorures peuvent être considérées comme excellentes au point de vue chimique. On ne peut cependant qu'être surpris de leur faible minéralisation en chaux, étant donné que ces eaux sortent d'un massif calcaire, il est vrai fort argileux, ce qui explique leurs divergences d'allure et de composition avec les eaux habituelles des régions calcaires.

Quant aux résultats des analyses bactériologiques qui m'ont été communiqués, ils sont d'accord aussi avec ce qu'on pouvait facilement prévoir, et l'on peut les résumer ainsi. Durant la période d'hiver où le périmètre est entièrement couvert de neige, les eaux sont restées dépourvues de microorganismes suspects et n'ont renfermé que quelques formes banales et non pathogènes. Il en a été de même encore au printemps, l'eau de fusion de la neige s'infiltrant lentement et sans ruissellement appréciable à la surface du sol mis à découvert. Par contre, la fin de cette fusion se produit, en général, au moment de pluies assez abondantes, qui peuvent lessiver et entraîner les derniers résidus du pacage de l'année précédente : on a effectivement constaté alors (20 juillet) l'existence de quelques formes liquéfiantes encore banales, sans y trouver cependant de colibacille bien caractérisé.

Durant la saison sèche de l'été, malgré l'ouverture de la nouvelle saison de pacage, les eaux sont restées, aux diverses analyses qui ont été faites (30 juillet, 8 et 18 août), dépourvues de germes dangereux ou même suspects. Par contre, ainsi que je l'avais pensé, les pluies de la fin de l'été, survenant après une assez longue période d'occupation par les troupeaux, ont produit un lessivage des excréments abandonnés à la surface du sol et surtout accumulés à l'entour des cabanes de bergers : Cabanes de la Valette (photographie annexe n° 4), du Prey, du Vallon de Pesquières, de Pierre Grosse, où s'accumule une épaisse couche d'excréments de moutons macérant dans le purin.

A cette époque, comme il était facile de le prévoir, l'existence du *B. coli* a été nettement mise en évidence dans les eaux de la source, à partir du prélèvement qui avait été fait de l'eau survenue exceptionnellement trouble, dont j'ai précédemment parlé; la numération a été faite sur un échantillon du 5 septembre, expédié dans la glace; lorsque l'eau était redevenue simplement opalescente. En l'absence de M. Geneuil, Directeur du Laboratoire du Bureau d'Hygiène, qui avait fait les précédents prélèvements et analyses, cet échantillon a été étudié par un autre chimiste de Nice, M. Ronchese, qui a constaté que

l'eau renfermait alors plus de 1.000 colibacilles par litre et moins de 10.000, soit plus de 1 par centimètre cube.

RÉSUMÉ DES ANALYSES BACTÉRIOLOGIQUES

Date des prélèvements	Etat du temps	Etat des Eaux	Numération et spécification des germes	Présence du B. Coli
18 Décembre 1912			Pas de germes putrides	Néant
27 Janvier 1913			36 germes au cm cube formes banales	»
2 Mars	—		30 germes au cm cube formes banales	»
25 Avril	—		Pas de germes putrides	»
26 Juin	—	Beau temps		»
20 Juillet	—	Fonte des dernières neiges	230 germes, formes banales quelques germes putrides	»
30 Juillet	—	Beau temps	95 germes formes banales	»
8 Août	—	» »	124 germes form banales	»
18 Août	—	» »		»
5 Septembre	—	Fort orage	» opalescente	B. Coli
3 Octobre	—		» trouble	»
6 —	—		» très louche	»
7 —	—		» » »	»
9 —	—		» trouble	»
10 —	—		» très louche	»
13 —	—		» louche	»
16 —	—		» »	»
20 —	—		» légèrement opalescente	»
23 —	—		» limpide	Néant
27 —	—		» »	»
29 —	—		» trouble	B. Coli
30 —	—		» »	»
31 —	—		» très louche	»
3 Novembre	—		» limpide	Quelques germes putrides
6 —	—		» légèrement opalescente	Quelques germes putrides
10 —	—		» limpide	Néant
13 —	—		» »	»
14 —	—		» opalescente	»
17 —	—		» limpide	»
20 —	—		» »	»
23 —	—		» »	»
27 —	—		» »	»

Depuis lors, des envois assez nombreux ont été faits d'échantillons prélevés avec les précautions habituelles par M. Liautaud, mais envoyés simplement en enveloppant seulement les flacons de feutre pour éviter une trop grande élévation de température durant le transport. Ces envois ont été naturellement faits dans le but de constater simplement la présence ou l'absence du B. Coli; les prélèvements réguliers avec transport dans la glacière étant, à cette époque, impossibles à organiser à cause de la période de vacances de M. Geneuil et aussi fort onéreux par suite de la grande distance et de la difficulté des transports entre la source et le chemin de fer. Il est d'ailleurs à remarquer que les échantillons ainsi prélevés sont arrivés à Nice dans le même délai (un peu supérieur à vingt-quatre heures) que mettrait l'eau à parvenir au réservoir de distribution et qu'ils n'ont pas dû, en cette période déjà assez fraîche et avec l'enveloppement de feutre, s'échauffer beaucoup plus que l'eau ne le fera elle-même pendant son parcours dans la conduite d'amenée, puis dans les réservoirs et la canalisation de distribution. Les conditions sont certainement d'ordre comparable et, en tout cas, en présence de l'impossibilité d'assurer un service de prélèvements faits avec toutes les précautions désirables, il était cependant utile de savoir si la source continuait ou non à renfermer du B. Coli, même sans pouvoir en faire une numération.

Les divers envois faits dans ces conditions ont montré la liaison évidente qui existe entre la présence des germes suspects et la turbidité des eaux. Celles-ci ont fourni du B. Coli jusqu'au 31 octobre, avec une interruption de quelques jours, pendant lesquels l'eau était redevenue limpide, puis il a disparu jusqu'à la fin de cette série d'analyses (27 novembre). On peut donc affirmer que la période d'automne est une époque critique pour la pureté des eaux de la source du Coulomp, et je crois que cela est possible aussi lors du lessivage du sol qui se produit au moment des pluies du printemps et du début de l'été, qui achèvent la fonte des neiges. Cependant, étant donné que l'importance de la présence du Colibacille dans les eaux est appréciée de façon assez différente par des bactériologistes et

hygiénistes fort compétents, je crois devoir faire la remarque suivante, en vue de l'appréciation qui sera faite des résultats de ces analyses. S'il n'y a pas de doute que les eaux puissent, à certaines époques, renfermer du B. Coli, les déjections dont il provient sont dues presque exclusivement aux moutons, et celles d'origine humaine, les plus dangereuses évidemment au point de vue qui nous occupe, n'y peuvent avoir qu'une part infime. Par suite, les organismes pathogènes, d'origine humaine, qui accompagnent souvent le B. Coli et dont la présence de ce dernier rend possible l'existence, même lorsqu'elle n'est pas constatée dans une analyse, ont moins de chances de se rencontrer dans la source du Coulomp que dans une source de région très habitée fournissant du B. Coli.

J'ai eu l'occasion d'examiner, au laboratoire de M. Geneuil, les cultures faites par lui. Ces cultures donnaient la réaction de l'indol parfaitement caractérisée; mais, ainsi que M. Geneuil me l'a fait constater, les cultures en bouillon peptoné ne dégagent aucune odeur désagréable, tandis que d'autres cultures de B. Coli, provenant d'une source située dans un périmètre habité et cultivé, non loin de Nice, dégagent, au contraire, une odeur putride absolument infecte. C'est là un fait que je crois devoir indiquer à titre simplement documentaire, sans prétendre en tirer de conclusion et dans le seul but d'attirer sur lui l'attention quand sera appréciée la valeur des eaux au point de vue bactériologique.

Ces circonstances sont peut-être de nature à apporter une atténuation à l'importance habituellement donnée à l'existence du Colibacille. Cependant, je ne crois pas qu'on pourrait accepter l'emploi, pour l'alimentation de la Ville de Nice, d'eaux sur lesquelles pèserait la suspicion résultant de la présence, à certains moments, d'un nombre assez élevé de B. Coli et de la possibilité, qui en résulte, d'une contamination plus grande, s'il ne me paraissait possible, par un procédé pratiquement réalisable, d'arriver à supprimer cette cause de suspicion. On est ainsi amené à envisager la nécessité d'un Périmètre de protection.

Or, les conditions géologiques et topographiques du péri-

mètre d'alimentaion sont telles qu'on ne peut songer à empêcher les eaux des ravins qui s'infiltrerent dans le sous-sol d'y pénétrer. Ces points ne sont pas assez localisés et, en admettant même qu'on puisse exactement déterminer ceux où se fait, par exemple, l'absorption des eaux du vallon de Pesquières, on ne voit pas comment on pourrait les empêcher de pénétrer plus loin dans le calcaire turonien, à moins de transformer le lit du torrent jusqu'au près d'Aurent en un canal étanche, par des travaux formidables, dont le prix de revient serait énorme et qui, d'ailleurs, seraient à la merci du moindre orage; sans compter que si l'on rendait ainsi étanches les lits des torrents du périmètre, on diminuerait évidemment de beaucoup l'infiltration dans la nappe qui alimente la source du Coulomp et aussi, par conséquent, son débit, déjà à peine suffisant pour ce qu'on veut lui demander. Par contre, on augmenterait gravement le caractère torrentiel de la vallée en aval. Il est évident qu'on ne peut envisager la possibilité d'une telle solution, à peu près sûrement inefficace, dangereuse par surcroît et d'un prix de revient formidable.

Il existe bien une autre solution, mais qui, au premier abord, peut sembler irréalisable; c'est de transformer tout le périmètre d'alimentation de la source en *périmètre de protection*, ou, plus exactement, en un *périmètre de défense de la source*, car les prescriptions de l'article 10 de la loi sur l'hygiène publique, qui a défini les servitudes à imposer aux périmètres de protection, seraient pratiquement inutiles, puisque l'interdiction d'y épandre de l'engrais humain et d'y forer des puits serait évidemment lettre morte et ne saurait porter aucun remède à l'état de choses actuel.

La question de la pureté bactériologique des eaux est d'ailleurs ici liée indissolublement à une autre question connexe, d'une importance pratique aussi grande pour la distribution de l'eau potable dans une ville et surtout dans une grande ville de luxe, telle que Nice.

Cette seconde question est celle de l'existence, fréquemment constatée, au cours des observations faites cet été, d'une turbidité des eaux ayant une telle intensité qu'elle conduirait

forcément à l'obligation de mettre ces eaux en décharge toutes les fois qu'un orage important ou une période de pluies surviendrait dans la montagne d'Aurent. Il en résulterait évidemment une telle cause de perturbation dans le service d'alimentaion de la Ville qu'on devrait certainement hésiter beaucoup avant de conseiller l'adduction fort coûteuse de cette source, s'il ne semblait possible de remédier, à la fois, et dans des conditions pratiquement acceptables, aux deux graves inconvénients que je viens d'indiquer et qui, tous deux, sont à peu près rédhibitoires. Leur connexité est due à ce que ce sont deux résultats d'une même cause l'extrême perméabilité et l'absence de pouvoir filtrant du calcaire turonien.

J'ai, en effet, précédemment insisté sur le fait évident que la possibilité de contamination bactériologique des eaux de la source n'était uniquement due qu'au séjour des troupeaux sur les maigres pâturages qui se trouvent en diverses parties du périmètre d'alimentation. Or, malgré l'étendue considérable de ce périmètre, d'après les renseignements qui m'ont été donnés à Aurent et que j'ai tout lieu de croire exacts, la totalité des redevances payées aux divers propriétaires de ces pâturages et l'évaluation analogue du rapport de ceux qui appartiennent à la commune d'Aurent et où paissent ses troupeaux n'atteindraient pas un total annuel de 10.000 francs. Cela montre le peu de valeur de ce périmètre, d'une superficie de plus de 30 kilomètres carrés, et la photographie annexe n° 3, qui représente une partie très importante, peut-être la meilleure de ce périmètre, rend d'ailleurs bien compte de la raison de cette valeur si faible. Même en tenant compte de la majoration presque inévitable pour un achat, soit amiable, soit par voie d'expropriation fait par une collectivité telle que la Ville de Nice, on voit donc que l'achat de tout ce périmètre, qui permettrait d'y supprimer le pacage des troupeaux et l'habitation estivale de leurs gardiens, serait une opération d'un prix de revient acceptable, eu égard à l'importance du projet.

Mais, d'autre part, en bien des points, ce périmètre commence à se raviner fortement et le séjour des troupeaux y contribue évidemment à aggraver la situation, comme dans les ré-

gions voisines des montagnes bas-alpines. Déjà la nécessité de travaux de reboisement s'est fait sentir dans une portion de ce périmètre, au pied du Pas Roubinous, et il serait évidemment d'intérêt général de soustraire ce périmètre aux causes de destruction qui, en faisant d'ailleurs graduellement décroître l'étendue et la valeur déjà si faible de ces pâturages, contribuent à donner naissance aux troubles trop fréquents de la source du Coulomp, par la pénétration dans le sous-sol calcaire d'une partie des matériaux ainsi arrachés à la montagne.

Il serait donc aussi bien de l'intérêt général que de l'intérêt immédiat de la Ville de Nice que ce périmètre fort étendu, mais d'une valeur insignifiante, fût reboisé partout où l'altitude le permettrait et ensuite gazonné, aux altitudes supérieures, principalement dans l'étendue des marnes bleues nummulitiques, situées généralement au-dessus de la zone forestière. Leur facile ravinement peut être l'origine principale de la turbidité des eaux de la source, ainsi que semble l'indiquer l'association accidentelle à ce groupe, principalement argilo-marneux, de grains de sable qui ne peuvent provenir que des grès d'Annot superposés à ces marnes. La possibilité du reboisement d'une bonne partie de ce périmètre, dans les calcaires plus ou moins argileux et les marnes du crétacé supérieur, jusqu'à une altitude supérieure à 2.000 mètres, ne semble pas douteuse. La photographie annexe n° 3, montre, en effet, sur la rive droite du ravin de la Valette, d'assez nombreux arbres encore existants sur les couches marno-calcaires crétacées et l'on peut observer, en remontant ce ravin pour aboutir à la cabane de la Valette, qu'une véritable petite forêt de jeunes arbres ne demanderait qu'à y pousser si elle n'était constamment attaquée par la dent des troupeaux.

Il semble donc qu'il serait profitable à tous qu'une entente intervint entre la Ville de Nice et le service des reboisements, dans le but d'acheter ces terrains et de les mettre, par la suppression complète du pacage et par l'exécution des travaux de reboisement et de gazonnement, à l'abri des causes actuelles de destruction de la montagne et de pollution des eaux. Durant les quelques années que nécessiterait l'exécution des travaux

d'adduction de la source, le périmètre d'alimentation pourrait être devenu suffisamment stérile au point de vue bactériologique, s'il était soustrait au parcours des troupeaux et si l'on prenait, en outre, la précaution d'enlever ou de détruire par le feu les accumulations considérables d'excréments qui se rencontrent au voisinage des cabanes. L'oxydation spontanée qui se produirait au cours de l'été ferait évidemment le reste. D'autre part, le regazonnement se ferait en partie naturellement si l'herbe naissante était soustraite à la dent des moutons, en sorte que la turbidité des eaux n'aurait aucune raison de s'accroître, en attendant que l'efficacité des travaux qui seraient exécutés dans les parties déjà ravinées ait pu se faire sentir.

D'ailleurs, cette turbidité ne serait plus, alors, que gênante, sans être liée, comme aujourd'hui, à une possibilité de contamination des eaux. Il serait peut-être possible, en outre, d'établir un dispositif de filtration ou de décantation dans la région avoisinant la source, qui permettrait de remédier à cette turbidité, du moins au point de vue physique, en attendant que les effets du reboisement se soient produits. L'existence des grès d'Annot, donnant par désagrégation du sable siliceux, dans la région de Braux et du Col de Fà, faciliterait la réalisation et l'entretien de filtres dans cette région.

D'autre part, le débit d'étiage de la source du Coulomp ne pouvant évidemment suffire à assurer l'alimentation de la Ville de Nice exclusivement en eau de source, il a été question d'amener également à Nice, par un aqueduc en partie commun, les eaux de la source de Vegay et d'autres sources du versant Nord du Cheiron. Dans ce Rapport, uniquement consacré aux eaux de la Source du Coulomp, il ne m'appartient pas de discuter les avantages respectifs des solutions diverses en présence.

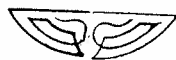
Je me bornerai à indiquer qu'évidemment l'adjonction d'eaux provenant de régions aussi nettement différentes par leur altitude et leurs conditions météorologiques, et dont, par suite, les périodes de crues et d'étiage ne doivent probablement pas coïncider régulièrement, pourrait avoir comme résultat une régularisation du débit total plus grande qu'avec un prélèvement unique ou des captages faits en des points très voisins.

Conclusion. — En résumé, il résulte de ce qui précède que, à mon avis, les eaux de la source du Coulomp ou d'Aurent, captées sans cause ultérieure de contamination, pourraient être utilisées pour l'alimentation de la Ville de Nice et qu'elles présenteraient toutes les garanties désirables, sous la condition que le périmètre d'alimentation, précédemment défini et délimité sur la carte ci-jointe, soit entièrement soustrait à la circulation et au pacage des troupeaux et, dans la mesure du possible, gazonné et reboisé.

Ces conditions ne sont pas seulement nécessaires pour assurer l'entière sécurité de cette eau au point de vue bactériologique; elles le sont aussi pour la mettre, autant que possible, à l'abri de la turbidité qui, sans cela, en rendrait trop fréquemment l'emploi direct impossible et en subordonnerait alors l'usage à des mesures préalables de clarification.

Paris, le 20 Décembre 1913.

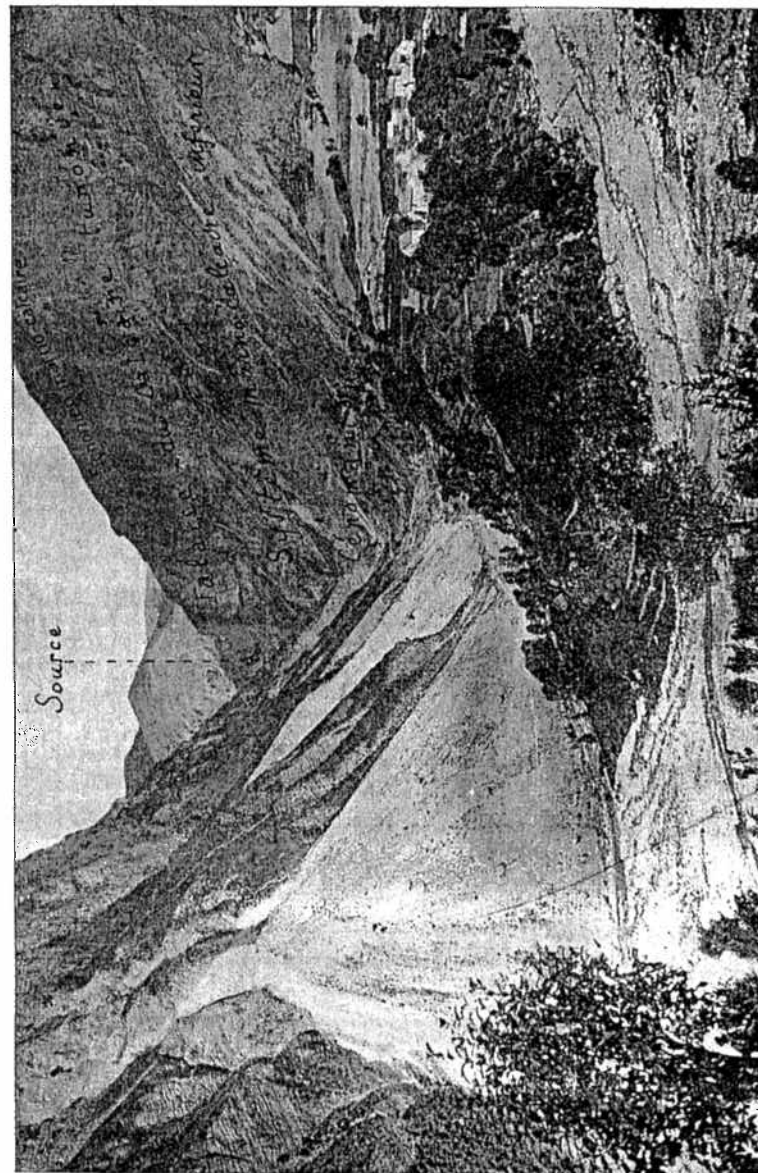
L. BERTRAND.



— Photographie N° 1 —

Vallon du Coulomp

Village d'Aurent



SUD

NORD

Gros Vallon

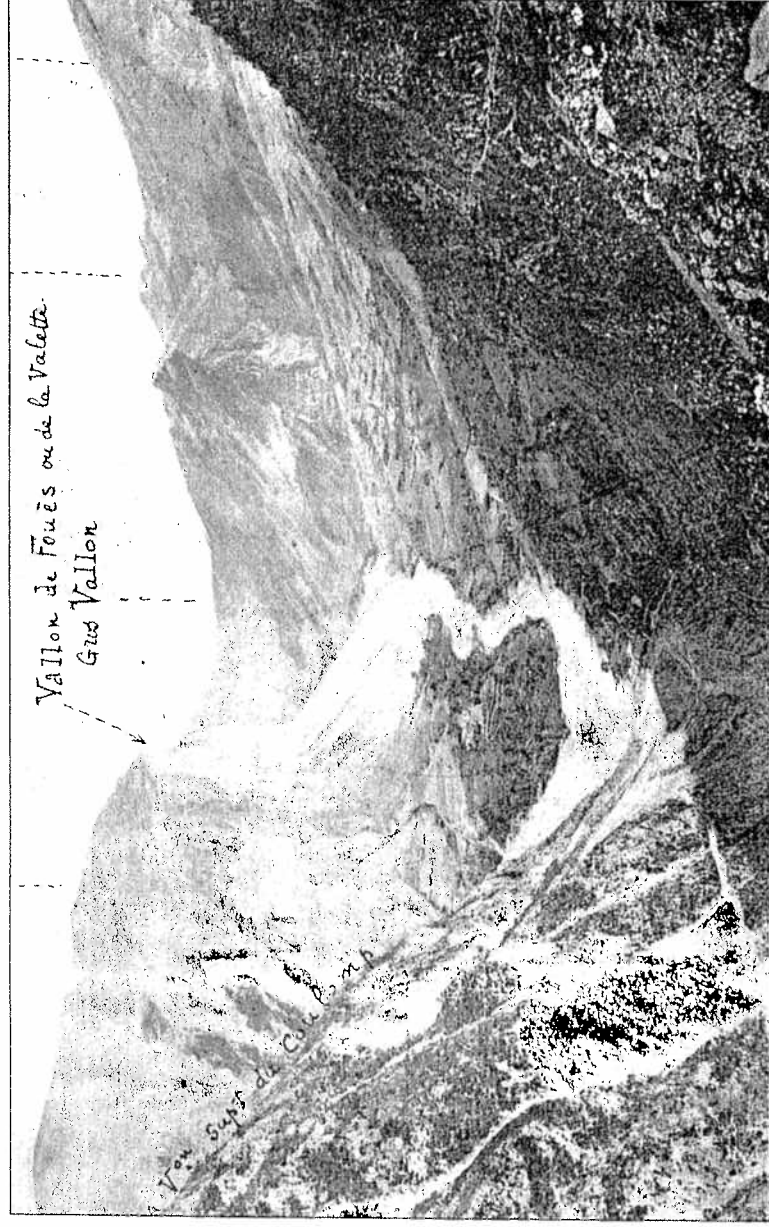
Vue du Vallon du Coulomp, en amont du confluent du Gros Vallon

— Photographie N° 2 —

Direction de la
Source du Coulomp

Village d'Aurent
le Bausse Bérard

Pierre Grosse
Crête séparant de la
Vallée du Var



OUEST

EST

Vue du Gros Vallon
(Prise du chemin du Col de l'À à Aurent)

graphie N° 3 —

Gros Vallon Aurent

Bausse Bérard

