

10.31

ALIMENTATION EN EAU
DE LA VILLE DE TOULOUSE

PAR

P. BROUARDEL

PRÉSIDENT DU COMITÉ CONSULTATIF D'HYGIÈNE
DOYEN DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Et OGIER

MEMBRE DU COMITÉ CONSULTATIF D'HYGIÈNE

Rapport lu au Comité consultatif d'hygiène publique
de France, le 5 mai 1890.



PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, rue Hautefeuille, près du boulevard Saint-Germain

1890



**ALIMENTATION EN EAU
DE LA VILLE DE TOULOUSE**

Biblioteka Główna WUM

CORBEL. Imprimerie CRETE.



ALIMENTATION EN EAU
DE LA VILLE DE TOULOUSE

PAR

P. BROUARDEL

PRÉSIDENT DU COMITÉ CONSULTATIF D'HYGIÈNE
DOYEN DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Et OGIER

MEMBRE DU COMITÉ CONSULTATIF D'HYGIÈNE

Rapport lu au Comité consultatif d'hygiène publique
de France, le 5 mai 1890.



PARIS

LIBRAIRIE J.-B. BAILLIÈRE ET FILS

19, rue Hautefeuille, près du boulevard Saint-Germain

1890

Biblioteka Główna WUM

Br.12644



000029021



www.dlibra.wum.edu.pl

ALIMENTATION EN EAU

DE LA VILLE DE TOULOUSE

La question de l'alimentation en eau potable de la ville de Toulouse a déjà été deux fois soumise au Comité, et a fait l'objet de deux rapports approfondis de notre collègue M. Jacquot. Le projet dit « du Port-Garaud », présenté par M. le D^r Besaucèle et étudié par M. Jacquot dans son rapport du 6 février 1888, a reçu un commencement d'exécution et a été ensuite définitivement abandonné : nous n'avons donc plus à y revenir. Le 9 décembre 1888, le Comité a approuvé les conclusions d'un second rapport de M. Jacquot, relatif à un nouveau projet beaucoup plus important que le précédent. M. l'ingénieur Victor Galinier, auteur de ce projet, proposait de compléter l'alimentation de Toulouse en puisant une quantité d'eau évaluée à 36 000 mètres cubes, dans les graviers de l'alluvion de Vieille-Toulouse, située sur la rive droite de la Garonne, près du petit hameau de Canti, et en face les filtres actuels de Portet. Le rapport de M. Jacquot ne concluait ni à l'adoption ni au rejet du projet : il estimait, en effet, que les documents contenus au dossier ne permettaient pas de prévoir exactement quelle serait la qualité de l'eau de l'alluvion de Vieille-Toulouse. Le Comité a donc réservé son opinion, et déclaré qu'il ne pouvait émettre un avis motivé sur le projet de M. Galinier, avant d'avoir pu consta-

ter, par des analyses, la qualité de l'eau qu'il était question de recueillir.

Mais, d'autre part, la municipalité de Toulouse réclamait une prompt solution ; et, en effet, il est tout à fait urgent, comme nous le dirons tout à l'heure, d'améliorer la distribution d'eau de cette ville. Pour répondre aux vœux exprimés par la municipalité, une délégation du Comité, composée de vos deux rapporteurs actuels, s'est rendue à Toulouse, le 11 février, dans le but d'étudier sur place le projet de M. Galinier et de procéder ultérieurement aux analyses qui seraient reconnues nécessaires. C'est de cette mission que nous avons aujourd'hui à vous rendre compte.

I. — *Inconvénients et insuffisance de la distribution d'eau actuelle.* — La ville de Toulouse, dit M. Galinier dans les notes qu'il nous a remises à ce sujet, est alimentée par les eaux filtrées de la Garonne, prises dans l'alluvion de Portet, sur la rive gauche, à 8 kilomètres environ en amont de la ville ; un autre appareil filtrant, œuvre d'Aubuisson, est établi à l'entrée même de Toulouse, au lieu dit : la prairie des Filtres. Ces eaux sont mélangées à leur arrivée au nouveau château d'eau, et refoulées en ville par deux groupes de pompes actionnées au moyen de turbines hydrauliques. Les filtres ont été exécutés en prévision d'un débit journalier de 20 000 mètres cubes ; mais la réalité a été bien au-dessous des prévisions, et le débit, aux basses eaux de la Garonne, ne dépasserait pas, dit-on, 9 000 mètres cubes ; d'autre part les turbines ne peuvent en élever que 7 000.

La population à desservir est de 150 000 âmes. Pendant l'été, alors que la consommation est la plus considérable, on ne peut donc disposer que de 46 litres par habitant et par jour. Ce chiffre est notoirement insuffisant pour une ville de cette importance, où les services d'arrosage, de nettoyage d'égouts sont très développés (1). Pour conserver

(1) Toulouse possède 1 300 orifices publics d'écoulement, tels que : bornes de puisage, bouches d'arrosage, etc. ; plus de 4 000 concessions particulières. (Rapport de M. Jacquot.)

l'eau de boisson indispensable, on est fréquemment obligé de suspendre les arrosages des ruisseaux et le nettoyage des égouts, de supprimer l'alimentation des urinoirs publics et même de fermer les concessions industrielles. La salubrité de la ville laisse donc beaucoup à désirer ; certaines rues, principalement au droit des évier, sont dans un état de malpropreté déplorable, et les exhalaisons qui s'en dégagent, jointes à celles des égouts insuffisamment entretenus, empoisonnent l'atmosphère.

Au point de vue des machines élévatoires, la situation n'est pas moins fâcheuse. Il est arrivé, pendant des périodes exceptionnelles de sécheresse, que les moteurs du nouveau château d'eau ont totalement cessé de fonctionner pendant plusieurs heures consécutives, par suite du manque d'eau motrice. A ces moments, l'unique réservoir de Guilleméry étant vide — ce qui se produit chaque été — les habitants sont contraints, même ceux qui possèdent une concession d'eau, à aller s'approvisionner d'eau potable aux bornes-fontaines établies dans les quartiers bas de la ville.

Le service de distribution est dans un état précaire qu'il est aisé de s'expliquer, si l'on songe que les deux turbines du nouveau château d'eau, actionnant les pompes élévatoires, fonctionnent nuit et jour, sans interruption, depuis vingt-sept ans ; les distributeurs sont décentrés et cassés, les chambres d'eau en cloison de bois sont pourries ; toute cette machinerie exige, en un mot, des réparations urgentes que l'on n'ose entreprendre, car il faudrait arrêter le service et mettre la ville à sec pendant des semaines entières. Les pompes élévatoires ne sont pas en meilleur état. Par le fait de l'usure des machines, l'alimentation en eau de Toulouse est donc à la merci d'un accident qui peut se produire d'un instant à l'autre pour la cause la plus banale.

D'un autre côté, le réservoir d'alimentation de Guilleméry, qui contient 9800 mètres cubes, est non seulement insuffisant, mais encore si peu étanche qu'il laisse perdre, par les infiltrations du radier et des murs d'enceinte en

béton, un volume d'eau évalué à plus de 1 000 mètres cubes par vingt-quatre heures. On a essayé, mais en vain, de réparer les lézardes principales : les pertes sont aussi grandes qu'auparavant; ce travail ne saurait être utilement entrepris que si l'on arrêta le service du réservoir pendant une quinzaine de jours, ce qui ne sera possible que le jour où les deux autres réservoirs projetés auront été exécutés.

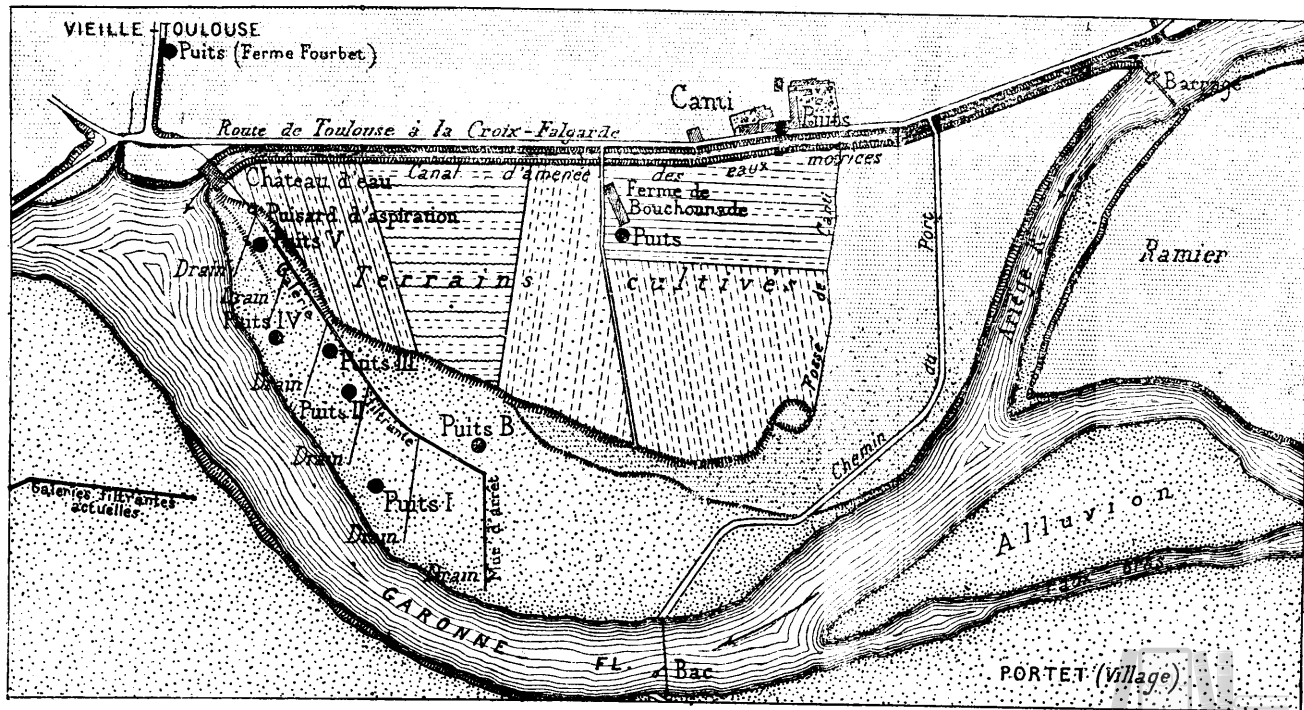
Cet exposé de la situation actuelle suffit pour montrer qu'il est urgent d'arriver à une solution, et pour expliquer l'impatience avec laquelle la ville de Toulouse attend l'exécution du projet d'amélioration du service des eaux.

II. — *Projet de M. Victor Galinier.* — Il nous paraît nécessaire de rappeler brièvement en quoi consiste le projet actuel dressé par M. Galinier, et nous dirons ensuite quels ont été les résultats de notre enquête et des analyses effectuées pour compléter l'étude du projet conformément aux *desiderata* exprimés par M. Jacquot.

Il a été admis, en principe, que le volume d'eau à distribuer devait être porté à 300 litres par jour et par habitant. En admettant une agglomération de 150 000 habitants, et en évaluant à 9 000 litres le volume d'eau que peuvent fournir les appareils actuels, il s'agit de trouver encore 36 000 mètres cubes, ou 416 litres par seconde.

M. Galinier propose de récolter cette eau dans les graviers de l'alluvion de Vieille-Toulouse, située à 8 kilomètres en amont de Toulouse, un peu au-dessous du confluent de l'Ariège et de la Garonne, sur la rive droite. Cette alluvion présente, comme on le voit sur le plan ci-joint (pl. I), une forme grossièrement demi-circulaire, dont le diamètre s'appuierait sur la base des collines de Vieille-Toulouse, et dont l'arc de cercle serait abordé par la Garonne, et sur une petite partie, par l'Ariège. Les graviers qui constituent l'alluvion proprement dite s'étendent en bordure de la Garonne; ils sont limités par une digue en terre au delà de laquelle sont des terrains cultivés.

PLAN DE L'ALLUVION DE VIEILLE-TOULOUSE



Echelle: $\frac{1}{10.000}$

La situation et la nature de cette alluvion semblent assez favorables au but qu'on se propose ; les graviers qui constituent ce vaste filtre sont d'une pureté exceptionnelle.

On n'y rencontre, dit l'auteur du projet, aucune trace de vase, ni de végétation, ni aucun élément de contamination, et l'on est en droit de compter sur une clarification complète.

De plus, par sa situation, cette alluvion présente le grand avantage de ne recevoir que les eaux pluviales qui tombent à sa surface, la vallée étant en ce point très exiguë : Non pas que ces eaux soient elles-mêmes mauvaises, mais parce qu'en traversant la couche perméable, elles peuvent entraîner avec elles, dans ce mouvement de descente, une partie des engrais déposés à la surface des terrains en culture. Si donc cette alluvion recevait, comme cela a lieu dans bien d'autres, toutes les eaux pluviales d'une vallée spacieuse, l'on risquerait de recueillir dans les filtres, à la saison des pluies, des eaux de qualité médiocre, mais ce n'est pas le cas pour l'alluvion de Vieille-Toulouse.

Ces prévisions de M. Galinier doivent-elles être rigoureusement admises ? C'est le point important que nous aurons à discuter.

Des premières analyses, exécutées les unes par M. Surre, directeur du laboratoire municipal de Toulouse, les autres par M. Paul Sabatier, professeur à la Faculté des sciences, il résultait que l'eau puisée dans l'alluvion offrait les caractères généraux d'une bonne eau potable.

Les sondages pratiqués dans l'alluvion de Vieille-Toulouse ont montré que les marnes sous-jacentes ne présentaient pas les ondulations qu'on remarque dans les alluvions de la rive opposée.

Ces marnes sont à une profondeur variant de 1^m,95 à 2^m,20 au-dessous du plan d'eau le plus bas de la rivière : circonstances favorables pour assurer un débit considérable aux galeries filtrantes. Des puits ont été forés et des expériences faites en vue de déterminer le rayon d'action, ou l'influence que l'épuisement pouvait exercer sur le débit des puits voisins : nous n'entrerons pas dans le détail de ces

expériences, qui sont consignées dans le rapport de 1889, et qui paraissent établir la possibilité de récolter les 36 000 mètres cubes nécessaires.

Le dispositif de l'appareil filtrant projeté est, en résumé, le suivant : un mur d'arrêt, fondé dans la marne, et dirigé à peu près perpendiculairement à la Garonne, sera destiné à intercepter une nappe d'eau dont on a reconnu l'existence et qui coule dans la ligne de plus grande pente des marnes. Du pied de ce mur part la galerie filtrante longue de 500 mètres, se prolongeant vers l'aval jusqu'à l'extrémité de l'alluvion. Outre un premier drain établi en amont du mur d'arrêt, cinq drains transversaux se dirigeront de la galerie vers le fleuve ; leurs extrémités seront maintenues à 20 mètres de la rive, de manière à assurer en tout temps un filtrage suffisant. Le développement total du système atteint 1 172 mètres. La galerie pourra être nettoyée par des chasses automatiques à l'aide du canal d'amenée des eaux motrices.

Les eaux recueillies par les drains et la galerie seront collectées dans un puisard et prises par les pompes élévatoires. La conduite de refoulement, en tuyaux de fonte de 80 centimètres, suivra la rive droite, le long du chemin des Étroits, et aboutira à deux nouveaux réservoirs construits sur deux points culminants des coteaux de la rive droite, à Périole et au Pech-David. Une partie de la canalisation en ville sera refaite. Quant à la force motrice, elle doit être obtenue d'une manière économique au moyen d'un barrage établi sur l'Ariège, non loin du confluent. Au moyen de ce barrage, on détournerait environ la moitié du débit de cette rivière pour alimenter un canal aboutissant à l'usine et se déversant ensuite dans la Garonne. Il y aurait en ce point une chute de 4 mètres, soit une force motrice de trois cents chevaux.

III. — *Composition de l'eau de l'alluvion de Vieille-Toulouse.*

— Quelle sera la composition et la qualité de l'eau recueillie dans l'alluvion de Vieille-Toulouse? D'où vient cette eau?

C'est ce qu'on ne voit pas très clairement dans le projet de M. Galinier. Il nous est ici nécessaire de revenir sur les objections qui ont été précédemment faites à ce sujet par M. Jacquot.

Les analyses de M. Surre avaient été exécutées sur de l'eau de l'Ariège prise auprès de Portet, sur l'eau de la Garonne après le confluent, et enfin sur l'eau d'un puits creusé dans l'alluvion de Vieille-Toulouse. Ainsi qu'on le voit sur le plan, ce puits, désigné sous le nom de puits B, est situé auprès du point de départ de la galerie filtrante projetée. C'est également sur l'eau de ce puits B qu'ont porté les analyses de M. Sabatier. A ces analyses avait été jointe, à titre de terme de comparaison, une ancienne analyse de la Garonne, près du Port-Garaud, faite par M. Henri Sainte-Claire-Deville.

L'eau du puits B est de bonne qualité, cela ressort évidemment des analyses.

« Mais cette eau, disait M. Jacquot, provient-elle de la Garonne comme on semble ne pas le mettre en doute ? N'appartient-elle pas plutôt à la nappe aquifère qui existe au contact du gravier de la vallée et de la marne sur laquelle ils reposent ? »

Plus loin, M. Jacquot, comparant les résultats de l'analyse du puits B par M. Sabatier avec la composition de l'eau de la Garonne, constatait que l'eau de ce puits fournissait un résidu fixe de 50 p. 100 plus fort que celui de l'eau du fleuve. D'autres discordances non moins dignes d'être signalées se remarquaient dans les détails des deux séries d'analyses : dans l'eau du puits B, deux fois plus de carbonate de chaux, trois fois plus de carbonate de magnésie ; en revanche, la silice y était en proportion moindre que dans la Garonne. Les analyses de M. Surre conduisaient à des conclusions analogues. — Comme conséquence de cette discussion, M. Jacquot posait en principe que les eaux analysées, de la Garonne et du puits B, n'avaient pas la même origine, et que celles recueillies dans l'alluvion ne prove-

naient pas de la Garonne, mais de la nappe aquifère qui descend des coteaux calcaires de la rive droite.

D'un autre côté, pouvait-on admettre que le passage des eaux de la Garonne à travers les sables et graviers de l'alluvion suffirait pour modifier notablement la composition de celles-ci? M. Galinier semble avoir prévu cette explication : il dit, en effet, que, au moment où ont été prélevés les échantillons analysés par M. Sabatier, les machines d'épuisement au puits B ne fonctionnaient que depuis peu de temps, que les eaux de la fouille n'avaient pas été renouvelées suffisamment. Étant donnés les résultats de l'analyse, il tirait cette conclusion « que la qualité des eaux irait en s'améliorant quand on soumettrait les graviers à un épuisement continu ». Il est à croire que M. Galinier entendait par là que l'eau de la fouille se rapprocherait de plus en plus de l'eau de la Garonne. Dans une certaine mesure cette prévision est admissible, du moins en ce qui concerne la quantité de chaux. Les sables, sinon les graviers de l'alluvion, sont, en effet, légèrement calcaires, ainsi que nous l'avons constaté sur un échantillon recueilli par nous, qui contenait un peu plus de 2 p. 100 de carbonate de chaux. En admettant, ce qu'il semble difficile, que cette faible proportion de l'élément calcaire expliquât les différences constatées relativement à la prédominance de la chaux dans l'eau de la fouille, elle n'expliquerait pas les autres différences indiquées plus haut.

On voit, par ces réflexions, que les restrictions faites par M. Jacquot étaient pleinement justifiées, et qu'en définitive il n'était guère possible de dire à l'avance quelle était la provenance de l'eau à capter, et quelle serait sa composition, les travaux une fois exécutés.

IV. — C'est précisément pour tâcher d'éclaircir cette question que nous nous sommes rendus à Toulouse.

Conformément à des indications de M. Jacquot, nous avons, au préalable, demandé à la municipalité de faire creuser un certain nombre de nouveaux puits, estimant que

les analyses du seul puits B, qui est d'ailleurs situé un peu en dehors de l'appareil filtrant projeté, ne suffisaient pas pour fournir des renseignements précis.

La position de ces nouveaux puits est indiquée sur notre plan aux points marqués I, II, III, IV, V. Les uns sont à une vingtaine de mètres de la rive ; les autres, voisins, au contraire, de l'emplacement de la future galerie filtrante, et à peu de distance des bouches des drains. Au moment de notre visite, on voyait l'eau sortir, avec une extrême abondance, de différents points du pourtour de chacun des puits.

Outre les eaux des cinq puits en question, nous avons prélevé, pour les analyses : de l'eau du puits B ; de l'Ariège et de la Garonne, avant leur confluent ; de la Garonne, après le confluent ; du fossé de Canti qui traverse de l'est à l'ouest les terres cultivées voisines de l'alluvion ; d'un puits du bameau de Canti, au bord de la route de la Croix-Falgarde ; d'un puits situé dans la ferme de Bouchounade, au milieu des terrains cultivés ; d'un puits (ferme Fourbet), à mi-hauteur sur le coteau de Vieille-Toulouse ; enfin, nous avons encore étudié deux échantillons de l'eau actuellement distribuée en ville, pris, l'un au château d'eau, l'autre à une borne-fontaine du Gapitole.

Voici le tableau général de ces analyses :

Résultat des analyses faites sur les divers échantillons d'eaux prélevés.

(11 FÉVRIER 1890) Eau de	Degré hy- drot. TOTAL	RÉSIDU à 100°	RÉSIDU au rouge.	DIFFÉRENCE (perte au rouge).	CHLOR CaO.	MAGNÉSIN MgO	SILICE	ACIDE sulfu- rique. So. H ₂ S	CHLOR Cl.	ACIDE nitri- que. Az. O ₅	Azote nitri- x.	MATIÈRE ORGANIQUE en oxygène. Solution alcaline. acide.	AMMO- NIACUR (Az II)	OXYGÈNE dissous.	
														En poids.	En vo- lume.
Ariège, avant le confluent.....	15	0,155	0,140	0,015	0,066	0,005	0,023	0,006	0,003	0,0008	0,0008	0,0000	0,009	6,3	
Garonne, avant le confluent.....	15,5	0,158	0,137	0,021	0,063	0,015	0,022	0,005	0,002	0,0016	0,0016	0,0000	0,009	6,3	
Garonne, après le confluent.....	15	"	"	"	"	"	"	0,006	0,003	0,0	"	"	0,009	6,3	
Puits I.....	19,5	0,273	0,237	0,036	0,104	0,028	0,028	0,014	0,003	0,0014	0,0014	"	0,007	4,9	
Puits II.....	18	"	"	"	"	"	"	0,014	0,003	0,0	0,0012	0,0012	0,009	6,3	
Puits III.....	21	0,294	0,222	0,072	0,113	0,010	0,027	0,015	0,006	0,0	0,0010	0,0008	0,008	5,6	
Puits IV.....	36	0,403	0,334	0,069	0,136	0,007	0,025	0,025	0,011	0,0	0,0020	0,0014	0,007	4,9	
Puits V.....	30	0,359	"	"	0,146	0,027	"	0,028	0,012	0,0	0,0016	0,0010	0,00003	6,3	
Puits B.....	19	0,245	0,209	0,036	"	"	0,025	0,012	0,006	0,0	0,0012	0,0012	"	6,3	
Fossé de Canti....	38,5	"	"	"	"	"	"	0,046	0,003	0,0	0,0024	0,0018	"	5,6	
Puits de Canti C..	33	"	"	"	"	"	"	0,034	0,009	0,0	0,0016	0,0012	"	5,6	
Puits de la ferme de Bouchounade ..	30	"	"	"	"	"	"	0,025	0,008	0,0	0,0018	0,0010	"	6,3	
Puits de la ferme Fourbet.....	35	"	"	"	"	"	"	0,038	0,025	0,0	0,0040	0,0020	"	6,3	
Eau de la Ville (château d'eau).	16	"	"	"	"	"	"	0,007	0,002	0,0	0,0024	0,0018	"	6,3	
Eau de la Ville (bor- ne du Capitole) ..	17	"	"	"	"	"	"	0,009	0,005	0,0	0,0016	0,0014	"	5,6	

Certains des échantillons des analyses précédentes avaient été recueillis dans d'assez mauvaises conditions : par suite de circonstances fortuites, les machines n'avaient pu être mises en marche à l'heure prévue, et l'épuisement,

avant les prises d'échantillons, avait été assez incomplet; de plus, un vent très violent rejetait dans les puits les poussières et les sables enlevés à la surface de l'alluvion, ce qui a contribué à troubler ces eaux et à modifier dans une certaine mesure leur composition. Nous avons cru devoir, en conséquence, procéder à de nouveaux essais, et en même temps nous avons tâché de déterminer si l'épuisement prolongé amènerait des changements importants dans la composition chimique des eaux. Les 20 et 21 mars, de nouveaux échantillons ont été recueillis dans les puits I, IV et V; puis on a fait fonctionner les pompes pendant dix à douze heures, et opéré de nouveaux prélèvements des mêmes puits. Cette seconde série d'essais a donné les résultats ci-après :

Analyses d'échantillons d'eaux recueillis les 20 et 21 mars 1890.

PROVENANCES	DEGRÉ hy- drotim. TOTAL	RESIDU à 400°	CHAUX Ca ² O.	CHLORE Cl.	NITRATES Az ² O ⁵ .	MATIERES ORGANIQUES	
						Solution acide.	Solution alcaline.
Ariège.....	46			0,007	0,0040		
Garonne.....	45,5			0,0065	0,0010		
<i>Puits I</i>							
Avant l'épuisement.	48	0,270	0,092	0,015	0,0014	0,0016	0,0046
Après l'épuisement.	48	0,284	0,095	0,043	0,0044	0,0040	0,0008
<i>Puits IV</i>							
Avant l'épuisement.	49	0,318	0,094	0,046	0,0026	0,0046	0,0046
Après l'épuisement.	23	0,326	0,107	0,048	0,0025	0,0042	0,0040
<i>Puits V</i>							
Avant l'épuisement.	27	0,434	0,124	0,028	0,0050	0,0042	0,0042
Après l'épuisement.	24	0,314	0,104	0,047	0,0026	0,0040	0,0040

Voici, d'autre part, les résultats de l'examen bactériologique (les nombres de colonies microbiennes ne sont donnés qu'à titre comparatif : nous sommes, en effet, persuadés que les méthodes

ne permettent point de numération exacte en valeur absolue, numération qui d'ailleurs n'est peut-être pas d'un intérêt bien considérable).

Nombre de colonies par centimètre cube :

Ariège.....	7.400
Garonne (après le confluent).....	3.400
Puits I (après épuisement).....	700 à 1.000
Puits II (après épuisement).....	3.700
Puits V (après épuisement).....	2.000
Puits B.....	600
Puits de Canti.....	1.100
Puits de Bouchounade.....	4.600
Eau de la ville (château d'eau).....	1.600
Eau de la ville (fontaine du Capitole)....	900

Un tiers environ des colonies sont des mucédinées. Il y a dans toutes ces eaux un petit nombre de germes chromogènes, banals (bac fluorescent, non liquéfiant); peu de germes liquéfiant, sauf dans l'eau de l'Ariège: on n'a pas observé de bacilles pathogènes connus, en particulier pas de bacille typhique, point de germes indiquant une contamination probable des eaux par des matières fécales, fumiers, etc. Toutes les plaques de cultures présentaient à peu près les mêmes caractères.

L'inspection de ces tableaux d'analyse met tout d'abord en évidence deux points importants: les eaux des puits B, I, II, III, IV, V, ne sont pas identiques à l'eau de la Garonne, et, d'autre part, elles ne sont pas identiques entre elles. De plus, la composition des eaux recueillies le 4 février n'est pas la même que celle des échantillons du 22 mars; et les mêmes puits ont fourni des eaux dont la composition a varié après qu'on a fait fonctionner les machines d'épuisement.

Même après ces analyses multiples, il serait difficile de dire avec précision quelle sera la composition de l'eau, après l'exécution du projet; car nous ne savons pas dans quelles proportions se mélangeront les eaux récoltées aux diverses parties de l'appareil filtrant.

Toutefois, ces analyses permettent quelques réflexions dignes d'intérêt.

Une première conclusion s'impose. Conformément aux

prévisions de M. Jacquot, l'eau des puits B, I, II, III, IV, V, c'est-à-dire l'eau que recueillera la galerie filtrante, n'est pas de l'eau de la Garonne filtrée à travers des bandes plus ou moins épaisses de graviers ; s'il pouvait y avoir quelques doutes sur ce point, après les analyses de M. Surre et de M. Sabatier, déjà bien démonstratives, ce doute ne saurait subsister après les essais multiples dont nous avons donné le résumé. Il y aura sans doute dans l'eau captée une certaine proportion d'eau de la Garonne — nous n'essayons pas de calculer cette proportion, faute de données suffisamment précises — mais une autre partie, et non la moins considérable, du débit de l'appareil filtrant proviendra de la nappe souterraine qui descend du coteau de la rive droite.

Nous voyons, en effet, que les eaux de la Garonne et de l'Ariège, qui donnent à l'analyse des chiffres à peu près identiques, ont, par exemple, comme degré hydrotimétrique, 15 ; comme résidu sec, 0,155, etc., etc. Les six puits, au contraire, ont des degrés hydrotimétriques beaucoup plus élevés, variant de 18 à 36 ; des résidus secs, de 0,273 à 0,403 ; des doses de chaux, de 0,104 à 0,146. Mêmes observations, si l'on examine les proportions de chlore qui sont de 0,006 dans l'eau du fleuve, et oscillent entre 0,014 et 0,028 dans les puits. De même, la dose d'acide nitrique, qui est de 0,003 dans la Garonne, varie de 0,003 à 0,012 dans l'eau des puits.

Si, d'autre part, on examine les chiffres fournis par les puits du hameau de Canti, de la ferme de Boucbounade, beaucoup plus éloignés de la rivière et certainement alimentés par la nappe qui descend des coteaux, on trouve des degrés hydrotimétriques élevés (30 à 33 ; chlore 0,025 à 0,034) ; la différence s'accroît encore pour le puits de la ferme Fourbet, à mi-côte sur le chemin de Vieille-Toulouse (degré hydrot. 35 ; chlore, 0,038, etc.).

Pour mieux apprécier ces résultats, il faut se reporter au plan et envisager l'emplacement des puits par rapport aux coteaux. Ils sont à des distances inégales, toujours peu con-

sidérables, de la Garonne ; mais, les coteaux étant à peu près parallèles au diamètre du demi-cercle formé par l'alluvion, les distances des puits aux coteaux sont variables, et vont en diminuant du puits I au puits V. A mesure qu'ils se rapprochent du coteau, l'afflux de la nappe souterraine doit être plus facile et plus abondant : par suite, si cette nappe est plus riche que l'eau de la Garonne en éléments minéraux — et c'est ce que montrent les analyses des eaux de Canti, de Bouchounade, Fourbet — les eaux des puits de l'alluvion devront elles aussi être de plus en plus riches en éléments minéraux, à mesure qu'on passera du puits I vers le puits V. Or, c'est précisément ce que montrent, d'une manière générale, les chiffres obtenus (1).

Effets de l'épuisement. — Dans la seconde série d'analyses, nous avons eu pour but d'étudier les modifications qu'apporterait un épuisement prolongé (douze heures) à la composition de l'eau des puits. Pour tous, la quantité de matière organique est légèrement plus faible après l'épuisement : c'est un résultat heureux, auquel on devait s'attendre, les eaux non renouvelées ayant pu, en effet, accumuler de la matière organique en doses anormales. Les mêmes observations semblent s'appliquer aux nitrates et au chlore. Pour les résidus fixes, l'interprétation à donner aux résultats n'est pas extrêmement nette : pour les puits I et IV, l'épuisement semble avoir eu pour effet de diminuer les éléments minéraux, c'est-à-dire d'augmenter la proportion d'eau de la nappe ; pour le puits V, la différence, avant et après l'épuisement, est inverse et très marquée : elle consiste en une diminution des matières fixes ; elle indique, par conséquent, un afflux plus considérable de l'eau du fleuve.

En définitive, il nous paraît rigoureusement démontré que

(1) Toutefois, pour une raison que l'on ne voit pas clairement, dans la première série d'analyses, le puits V est moins riche en éléments fixes que le puits IV ; cette anomalie ne se poursuit pas dans la seconde série d'analyses.

les eaux récoltées par les drains auront des compositions diverses selon l'emplacement des drains dans l'alluvion ; elles seront formées par un mélange d'eau de la nappe descendant des collines de la rive droite et d'eau de la Garonne filtrée dans le gravier de l'alluvion ; et d'une manière générale on peut dire, d'après les analyses, qu'il y aura plus d'eau du fleuve dans les parties de l'appareil les plus éloignées des coteaux, et plus d'eau de la nappe dans les parties les plus rapprochées des coteaux. — Quant à la composition définitive de l'eau qui sera envoyée à Toulouse, on ne pourra la connaître que par des analyses faites après l'exécution des travaux ; encore se produira-t-il sans doute des variations sensibles selon les époques de l'année, la hauteur du fleuve, etc.

Si l'on examine isolément les analyses des divers échantillons, on doit reconnaître qu'aucune de ces eaux ne paraît mauvaise. La Garonne et l'Ariège sont identiques à bien peu de chose près. On envisage d'ordinaire, nous ne savons trop pourquoi, l'eau de l'Ariège comme inférieure à celle de la Garonne. Les analyses donnent des chiffres très sensiblement pareils : Au point de vue des matières organiques, la différence serait plutôt en faveur de l'Ariège : Les deux cours d'eau sont, géologiquement, très semblables ; ils prennent leur source dans les mêmes terrains et entraînent les mêmes matériaux. Ce résultat n'a donc rien qui doive surprendre.

Quant aux puits, ils fournissent également des eaux potables. Le puits IV, il est vrai, a donné, dans nos expériences, une proportion un peu forte de matières fixes ; ce défaut, de peu d'importance, s'atténuera par le mélange des eaux des différentes régions.

Si donc on s'en tenait uniquement aux résultats de l'analyse, soit chimique, soit bactériologique, il n'y aurait pas lieu de critiquer le projet de M. Galinier ; mais nous savons que l'analyse la plus attentive est souvent impuissante à démontrer, dans une eau potable, la présence de causes de

pollution qui, à certains moments, peuvent devenir funestes ; il faut donc voir la question d'un point de vue plus général.

Le projet qui nous est soumis consiste, en somme, à capter en partie l'eau d'un fleuve. Le Comité a trop souvent exprimé sa préférence pour les eaux de source, et les craintes que lui inspire l'emploi des eaux de rivières dans l'alimentation, pour qu'il soit nécessaire d'insister de nouveau sur ce point. Constatons cependant que la Garonne et l'Ariège amènent à Toulouse une eau relativement pure, en tant qu'eau de fleuves, que les agglomérations importantes sur le trajet sont peu nombreuses, qu'enfin cette eau ne sera recueillie qu'après une filtration naturelle dans les graviers de l'alluvion. Sans prétendre que cette filtration sera parfaite, on peut du moins supposer qu'elle donnera des résultats comparables à ceux qui ont été obtenus à Toulouse, où l'on ne boit, en effet, que de l'eau de la Garonne filtrée par des procédés analogues.

En ce qui concerne l'eau de la nappe, il y a quelques restrictions à faire : en principe, puisque cette eau est potable, d'après sa composition chimique, nous n'avons pas d'objection à son emploi, et nous devrions même la préférer à l'eau du fleuve ; mais si l'on consulte la carte, on s'aperçoit que cette nappe, descendant des coteaux vers la Garonne, circule, en arrivant dans la plaine, à une très faible profondeur au-dessous de la surface dans la région comprise entre la base des coteaux et l'appareil filtrant. Les terrains qui forment cette région ont en partie constitués par l'alluvion elle-même, sur laquelle il n'existe aucune culture, mais en partie aussi par des terrains cultivés, dont l'influence peut être fâcheuse pour la pureté de la nappe sous-jacente. Cette zone de terrain formerait une sorte de triangle rectangle compris entre le chemin de la Croix-Falgarde, le chemin de service longeant la ferme de Bouchounade et la digue qui sépare l'alluvion des cultures. Que l'on consulte les analyses des eaux des puits de Canti et de

Bouchounade, dans lesquelles le chlore et les nitrates sont particulièrement abondants, on verra que les craintes que nous exprimons sont justifiées. En l'état de choses actuel, les eaux pluviales tombant sur toute cette région peuvent entraîner les impuretés de la surface et contaminer les eaux sous-jacentes, l'épaisseur des terrains traversés devant être considérée comme trop faible pour assurer une filtration complète des germes nuisibles, et une destruction efficace des matières organiques.

Ces inconvénients disparaîtraient, au moins en très grande partie, si la ville s'appropriait les terrains dont il vient d'être question, et en écartait toute culture exigeant l'emploi de fumier et pouvant être une cause de pollution.

Telles sont les réflexions que nous a suggérées l'étude du nouveau projet d'amélioration de la distribution d'eau à Toulouse. Évidemment, ce projet n'est pas sans prêter à des critiques sérieuses. Puiser, pour une partie, l'eau d'un fleuve plus ou moins bien filtrée ; pour une autre partie, l'eau d'une nappe peu profonde et médiocrement protégée contre les souillures de la surface, ce n'est là, sans doute, qu'une solution imparfaite.

Mais pouvait-on en trouver une meilleure ? Y a-t-il aux environs de Toulouse de véritables sources capables de fournir l'énorme volume d'eau qui manque ? La région toulousaine est assez pauvre sous ce rapport : nous savons que des recherches ont été faites, et qu'en définitive toutes les sources qui auraient pu être pratiquement amenées à Toulouse n'ont qu'un débit absolument insuffisant.

La vraie solution, celle qui nous satisferait entièrement, a été indiquée par M. Jacquot dans son rapport de 1888, elle consisterait à aller chercher dans les Pyrénées une source à son point d'émergence. Mais la distance est grande de Toulouse aux Pyrénées ; il faudrait une conduite d'aménée, de 70 ou 100 kilomètres peut-être ; c'est dire qu'un tel

projet entraînerait à des dépenses considérables. Ces dépenses, la ville de Toulouse est incapable de les supporter actuellement ; et, d'après les renseignements qui nous ont été communiqués par M. le Préfet de la Haute-Garonne, l'Administration ne saurait autoriser actuellement des travaux d'une telle importance.

Le projet de M. Galinier, si intéressant et si bien étudié qu'il soit d'ailleurs, n'est donc qu'un pis-aller ; c'est une solution provisoire ; mais, nous croyons l'avoir démontré au début de ce rapport, l'alimentation actuelle de Toulouse en eau potable est tout à fait insuffisante, et cette situation ne saurait durer plus longtemps.

C'est pourquoi votre Commission vous propose de répondre à M. le Préfet de la Haute-Garonne que, malgré les critiques formulées dans ce travail, le Comité ne s'oppose pas à l'exécution du projet de M. V. Galinier pour l'amélioration de la distribution d'eau de Toulouse — sous la condition expresse que la Ville prendra les mesures nécessaires pour protéger, contre toute souillure, la nappe souterraine qui doit alimenter l'appareil filtrant projeté, et établir, au-dessus de cette nappe, un périmètre de protection limité comme il a été dit au cours du rapport.

Conclusions approuvées par le Comité consultatif d'hygiène publique de France, dans sa séance du 3 mai 1890.

Extrait

des *Annales d'hygiène publique et de médecine légale.*

Paris, J.-B. BAILLIÈRE ET FILS.

N° de Novembre 1890.

CORBÉIL. Imprimerie CRÉTÉ.

LE LAIT ET LE REGIMPar le Dr Gaston MALAPERT I
1 vol. in-12, 160 p. (*Petite bibliothèque médicale*).....

Br.12644



000029021

HYGIÈNE DE L'ADOLEPar le Dr E. PÉRIER
1 vol. in-16 de 172 pages (*Petite bibliothèque médicale*)..... 2 fr.**CHIRURGIE GÉNÉRALE
MALADIES COMMUNES A TOUS LES TISSUS**PAR
L. GOSSELIN Professeur à la Faculté de Médecine de Paris.
Maurice JEANNEL Professeur à l'École de Médecine de Toulouse.
POINSOT Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.
A. ASHHURST Professeur à l'Université de Philadelphie.
1 vol. gr. in-8 de 800 pages, avec 783 figures..... 17 fr. 50**CHIRURGIE DES MUSCLES, DES NERFS
ET DES VAISSEaux LYMPHATIQUES ET SANGUINS**PAR
E. NICAISE Professeur agrégé à la Faculté de Médecine de Paris.
M. JEANNEL Professeur à l'École de Médecine de Toulouse.
John LIDELL Chirurgie de l'hôpital Bellevue à New-York.
Rich. BARWELL Chirurgien à l'hôpital de Charing-Cross, à Londres.
1 vol. gr. in-8, de 800 pages, 309 figures..... 17 fr. 50**MANUEL DU DOCTORAT EN MÉDECINE**

AIDE-MÉMOIRE DE PHYSIOLOGIE

Par le professeur Paul LEFORT

1 vol. in-16 de 292 pages, cartonné..... 3 fr

RECUEIL DES TRAVAUX DU COMITÉ CONSULTATIF D'HYGIÈNE PUBLIQUE DE FRANCE

TOME XIX, ANNÉE 1889

1 vol. in-8 de 858 p. avec pl..... 12 fr.

LES ARBRES FRUITIERS

Par G. Ad. BELLAIR

1 vol. in-16 de 318 p. avec fig. (*Bibliothèque des connaissances utiles*)..... 4 fr.**DICTIONNAIRE D'ÉLECTRICITÉ ET DE MAGNÉTISME**

Comprenant les applications aux Sciences, aux Arts et à l'Industrie

Par Julien LEFÈVRE

Professeur à l'École des sciences de Nantes.

Avec la collaboration d'Ingénieurs et d'Electriciens

1 vol. grand in-8 à deux colonnes d'environ 1,100 pages, avec environ 1,000 figures intercalées dans le texte.... 21 fr.

LES FASCICULES 1 ET 2 SONT EN VENTE

Le Dictionnaire d'Électricité et de Magnétisme paraîtra en quatre fascicules à intervalles très rapprochés et sera terminé en novembre prochain. Il sera complet en un volume de 1,100 pages avec environ 1,000 figures. En vente, fascicules I et II.

Les souscripteurs auront à payer la somme de 7 francs au moment de la remise de chacun des trois premiers fascicules. — Le fascicule IV et dernier sera remis gratis aux souscripteurs.

MANUEL D'ASEPSIE**LA STÉRILISATION ET LA DÉSINFECTION PAR LA CHALEUR**

Par le Dr C. VINAY

1 vol. in-16 de 532 pages avec fig., cart..... 8 fr.

**LES SECRETS DE L'ALIMENTATION
A LA VILLE ET A LA CAMPAGNE**

Par le Dr A. HÉRAUD

1 vol. in-16 de 423 pages, avec fig. cart. (*Biblioth. des connaissances utiles*). 4 fr.**LA FOLIE A PARIS**

PAR PAUL GARNIER

Médecin en chef de l'infirmerie du dépôt de la Préfecture de police.

Préface par J.-C. BARBIER

Premier Président honoraire de la Cour de Cassation.

1 vol. in-16 de 350 pages (*Bibliothèque scientifique contemporaine*)..... 3 fr. 50

ENVOI FRANCO CONTRE UN MANDAT SUR LA POSTE