

Société d'histoire naturelle du Doubs

BULLETIN 4

SOCIÉTÉ
D'HISTOIRE NATURELLE
DU DOUBS

FONDÉE EN 1899

Approuvée par arrêté préfectoral du 26 août 1899

~~~~~  
N° 4

Octobre, Novembre et Décembre 1902

~~~~~  
BESANÇON

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE DODIVERS

Grande-Rue, 87, et rue Moncey, 8 bis

—
1903

SOCIÉTÉ
D'HISTOIRE NATURELLE
DU DOUBS

SOCIÉTÉ
D'HISTOIRE NATURELLE
DU DOUBS

FONDÉE EN 1899

Approuvée par arrêté préfectoral du 26 août 1899

~~~~~  
N° 4

Octobre, Novembre et Décembre 1902

~~~~~  
BESANÇON.

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE DODIVERS

Grande-Rue, 87, et rue Moncey, 8 bis

—
1903

EXPOSITION MYCOLOGIQUE

Le succès obtenu par l'exposition de Champignons faite à Besançon en 1901, à l'occasion de la visite de la Société mycologique, décida la Société d'Histoire naturelle à continuer une œuvre si utile, en même temps que si appréciée des Bisontins.

Une exposition, publique et gratuite, comme les précédentes, est organisée le dimanche 12 octobre, à l'Institut botanique, à Chamars; elle est suivie d'une conférence destinée à appeler l'attention des visiteurs sur les Champignons vénéneux et à les mettre en garde contre leurs méfaits.

Plus de 200 espèces peuvent être réunies, grâce aux envois de personnes que la question intéresse, et auxquelles la Société doit de bien vifs remerciements.

Le concours dévoué de M. Grosjean, membre distingué de la Société mycologique, assure une détermination rapide et exacte.

La foule des visiteurs, un millier environ, les explications demandées, les notes prises, montrent que le but de l'exposition est atteint, savoir : « faire participer le public le plus possible à la connaissance théorique et pratique des Champignons. »

La séance publique a lieu dans l'amphithéâtre de l'Institut botanique, complètement rempli par un auditoire nombreux et empressé.

La séance est ouverte à 4 heures, sous la présidence de M. Guif, président de la Société d'Histoire naturelle du Doubs, assisté de MM. Faney et Bessil, vice-présidents.

M. LE PRÉSIDENT remercie le public de sa bienveillante sympathie et de l'empressement qu'il a mis à venir visiter notre exposition de Champignons, empressement qui est pour nous le plus précieux encouragement. Il présente le conférencier, M. Grosjean, instituteur.

M. GROSJEAN, en termes aussi simples que précis, en véritable instituteur sachant se mettre à la portée de tous, expose la question des Champignons vénéneux.

Presque tous les décès sont dus aux Amanites, auxquelles il faut joindre les Volvaires, qui ont d'ailleurs l'aspect d'Amanites à spores

roses. Si on ne fait qu'un seul groupe des Amanites et des Volvaires, on peut y distinguer quatre types :

1° Une volve persistante et un anneau. Ex. : *A. phalloïdes* ;

2° Une volve persistante; pas d'anneau. Ex. *A. vaginata*, *volvaria speciosa* ;

3° Pas de volve, mais un rebord à la base du pied; un anneau ;

4° Pas de volve; pas de bourrelet, mais, à la base du pied, des cercles concentriques formés de verrues.

Le conférencier insiste sur la manière dont il faut récolter les Champignons, recommandant de ne pas supprimer le pied et d'examiner la base de ce pied. Puis il parle de quelques Amanites comestibles, laissant volontairement de côté les espèces difficiles à reconnaître pour qui n'est pas mycologue. Il cite un certain nombre de cas précis et suggestifs de l'empoisonnement par des Amanites vénéneuses.

Quelques espèces autres que des Amanites sont dangereuses. Ce sont :

Certains Lactaires. Rejeter les Lactaires âcres.

Certaines Russules. Rejeter les Russules qui ne sont pas douces au goût.

Certains Bolets. Rejeter les Bolets qui ont une chair amère, qui bleuissent ou verdissent quand on les coupe.

Le conférencier parle encore d'autres espèces vénéneuses : *Tricholoma tigrinum*, *Lepiota helvella*, *Entoloma lividum*, et de cinq autres espèces amères au goût.

Il fait justice des prétendus caractères en lesquels, malheureusement, certaines personnes ont encore confiance : procédé de la pièce d'argent, champignons mangés par des limaces regardés à tort comme comestibles, etc. Il termine en faisant l'éloge de l'étude des Champignons et des satisfactions que cette étude peut procurer.

M. le Président remercie vivement le conférencier de son intéressante causerie et la séance est levée à 5 heures.

EXTRAIT DES PROCÈS-VERBAUX DES SÉANCES

SÉANCE DU 6 NOVEMBRE 1902

PRÉSIDENCE DE M. CUIF

Sur la proposition de M. le Président, et après discussion, la Société décide, par un vote unanime, que le Bulletin mensuel sera dorénavant trimestriel.

M. CUIF présente un cas très intéressant de fasciation de *Picris hieracioides*.

A propos de fasciation, M. MARÉCHAL relate un fait curieux observé dans la Haute-Saône, aux environs de Saint-Loup. Il a trouvé plus de deux cents pieds de *Cichorium intybus* atteints de fasciation et répartis dans un chemin, d'une façon plus spéciale. le long des ornières formées par les voitures. C'est là une constatation qui montre bien que l'action mécanique doit être considérée comme une des causes de la fasciation, causes sur lesquelles M. Magnin a attiré l'attention dans une séance précédente.

MM. BESSIL et MARÉCHAL font le compte rendu d'une exploration faite, en octobre dernier, avec M. Martel, dans la grotte de Martinvaux, située dans la vallée de la Réverotte. Cette grotte, une des plus intéressantes de la région, est remarquable par l'existence d'une galerie-réservoir située dans une diaclase rectiligne. Les explorateurs ont parcouru cette galerie en bateau sur une longueur de cent mètres, et ont été arrêtés par un rétrécissement local, trop étroit pour le passage du bateau.

A cet endroit, un sondage a révélé une profondeur de six mètres d'eau.

En arrière du rétrécissement, la galerie s'élargit et semble se continuer assez loin. Des explorations ultérieures permettront peut-être de franchir l'obstacle.

PRÉSENTATION ET ADMISSION DE DEUX NOUVEAUX MEMBRES.

M. FAUCOMPRÉ, inspecteur des eaux et forêts en retraite, à Besançon.
M. JOLY, licencié ès sciences, à Besançon.

SÉANCE DU 20 NOVEMBRE 1902

PRÉSIDENCE DE M. CUIF

M. LE PRÉSIDENT donne lecture d'une communication de M. Grosjean sur quelques faits se rapportant à la maladie des écrevisses. Il résulte de ses observations sur un certain nombre de ruisseaux du Doubs et de la Haute-Saône, que la maladie remonte les cours d'eau et qu'elle semble être arrêtée par un cours souterrain qui doit présenter des cascades ou par des chutes visibles.

Si d'autres observations venaient confirmer ces faits, il serait possible, par des barrages artificiels, d'assurer l'existence des écrevisses dans les cours d'eau où elles se plaisaient autrefois.

M. CUIF signale, à propos de la peste des écrevisses, plusieurs observations publiées récemment.

Les recherches des docteurs Hofer, de Munich, et Eckstein, d'Eberswald, ont montré que la peste des écrevisses est causée par un microbe, le *bacillus pestis ostaci*, qui causa des ravages en Allemagne d'abord, puis s'étendit à toute l'Europe occidentale. La maladie se propage par les aliments contaminés, les engins de pêche, etc.; elle remonte les cours d'eau, observation qui coïncide bien avec celle de M. Grosjean.

Le docteur Schillinger eut alors l'idée de soumettre à une quarantaine les écrevisses importées en Bavière, avant de les livrer aux eaux libres. Quelques jours après, la plupart des individus devinrent malades, et l'analyse bactériologique décela le bacille.

En Russie, la peste fit des ravages considérables depuis 1891. Dans le Dniéper, elle éclata avec une rapidité surprenante et la mortalité fut telle qu'on dut enfouir les cadavres d'écrevisses par mesure d'hygiène. Devant ces ravages, on tenta l'élevage d'une espèce se nourrissant exclusivement de végétaux, l'*istacus leptodactylus*. Installée dans des bassins complètement isolés des grands fleuves, cette espèce a donné jusqu'ici d'excellents résultats.

M. HILLIER signale la curieuse apparition, à cette époque de l'an-

née, d'un certain nombre de plantes vernaies : *Viola sylvestris* et *Primula elatior*, dont la floraison doit être attribuée à la température relativement douce de ces derniers temps et à une exposition spéciale.

PRÉSENTATION ET ADMISSION D'UN NOUVEAU MEMBRE

M. NARDIN, ancien pharmacien à Besançon.

SÉANCE DU 4 DÉCEMBRE 1902

PRÉSIDENCE DE M. CUIF

M. LAURENT fait la description de deux coupes géologiques relevées à Bougey (Haute-Saône).

Ces coupes appartiennent à la partie supérieure de l'infra-lias et comprennent plusieurs assises très intéressantes par leur forme dont il présente de nombreux échantillons. Dans les grès de l'infra-lias, il a remarqué un bone-bed très riche en écailles, dents et os de poissons appartenant aux genres *Hybodus*, *Spherodus* et *Sargodon*.

M. Laurent commence ensuite le compte rendu détaillé de l'excursion générale des Facultés de province dirigée cette année par M. Fournier dans le Jura franc-comtois.

Le 27 juillet, après la visite des laboratoires de géologie et de l'Institut botanique, des collections zoologiques et paléontologiques du musée de la Faculté, la première excursion comprend l'étude de la coupe de Taragnoz à la Chapelle des Buis et Beure.

Le lundi 4 août, étude géologique des environs de Salins; pli couché d'Aiglepierre; le lias de Pimperdu, etc. La journée se termine par la visite des collections de M. Piroutet dont on connaît les remarquables études sur le préhistorique.

M. MARÉCHAL expose le résultat de ses recherches pendant cette année sur le régime bactériologique des sources vaclusiennes et en particulier sur les sources d'Arcier, de la Loue, du Doubs, du Dessoubre, etc.

Des séries d'analyses effectuées aux différentes époques de l'année lui ont permis de classer les sources vaclusiennes en trois groupes suivant leur mode d'alimentation.

Les sources du premier groupe comprennent toutes celles dont le bassin d'alimentation est boisé, non cultivé et inhabité.

Au deuxième groupe se rattachent les sources dont le bassin d'ali-

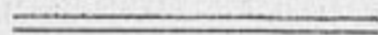
mentation est occupé par des *entonnoirs* non ouverts et livrés à la culture.

Le troisième groupe comprend toutes les sources qui sont des resurgences de ruisseaux superficiels ou sur le trajet souterrain desquelles se trouvent des gouffres. La recherche de la contamination dans ces différents types de sources a mis en évidence qu'elle est nulle pour les sources du premier groupe, faible pour le deuxième groupe, et à *son maximum* pour les sources du troisième groupe auquel appartient la source d'Arcier.

M. Maréchal expose ensuite le régime bactériologique de la source d'Arcier depuis septembre 1901 à novembre 1902.

Il résulte d'une façon générale de ses observations que la contamination est beaucoup plus accentuée à l'automne et à l'entrée de l'hiver qu'au printemps.

Quant à la période d'été, elle est sujette à des crues microbiennes très intenses, mais de courte durée, qui se manifestent surtout au moment des pluies.



III

MÉMOIRE

Le Régime Bactériologique

des

SOURCES VAUCLUSIENNES

DANS LE DÉPARTEMENT DU DOUBS

Par M. E. MARÉCHAL

LICENCIÉ ÈS-SCIENCES NATURELLES

Préparateur de bactériologie à l'Université de Besançon

Les plus récentes études spéléologiques (1) et hydrologiques dans le Jura, et en particulier dans le Jura franc-comtois, ont montré tout l'intérêt qui se rattache à l'étude des Sources vauclusiennes et leur importance au point de vue de l'hygiène.

Depuis plus de deux ans, nos recherches personnelles se sont dirigées sur l'étude de leur régime bactériologique; nous avons opéré et opérons journellement un grand nombre de prélèvements dans le cours de nombreuses explorations spéléologiques avec notre excellent maître et ami M. le professeur Fournier.

L'autorité préfectorale a bien voulu nous charger de l'expertise bactériologique des Sources du département du Doubs (circulaire du 10 décembre 1900; loi du 16 février 1902). Nous avons ainsi recueilli un certain nombre d'observations qui, ajoutées à nos recherches spéciales, constituent un chiffre important d'analyses s'élevant à plus de deux cents.

D'autre part, nous assurons par des analyses fréquentes la surveillance bactériologique des Sources d'Arcier qui sont utilisées pour l'alimentation de la ville de Besançon. Ces sources, contaminées par les villages du plateau exigent une surveillance continue, et depuis plus d'un an, nous avons réuni une série d'observations sur leur régime.

Mais avant de commencer cette étude, il est utile de fixer ce qu'on entend par Sources vauclusiennes.

(1) FOURNIER et MAGNIN, *Recherches spéléologiques dans le Jura*, première et deuxième campagnes. — Id., *Ibid.*, troisième campagne (*Mémoires de la Société de spéléologie*). — MAGNIN, *Hydrographie souterraine. sources vauclusiennes* (*Mém. de la Soc. d'Hist. nat. du Doubs*, n° 3, 1902). — E. FOURNIER, *Etude sur les Sources, les résurgences et les nappes aquifères du Jura franc-comtois* (*Bull. de la Carte géol. de France*, n° 89, t. XIII, 1902).

Dans son rapport sur la défense des Sources vaclusiennes, M. Babinet les définit comme *des sources alimentées par des écoulements superficiels même assez éloignés, à travers des terrains dont les fissures sont trop larges pour en assurer l'épuration dans des conditions satisfaisantes.*

Ces sources sont alimentées le plus souvent par des *bassins fermés*, et l'écoulement des eaux peut se faire soit par *des fissures*, soit par *des entonnoirs* en communication plus ou moins directe avec les cours d'eau souterrains, soit avec des gouffres, véritables cheminées d'appel *situées le plus souvent* sur le trajet souterrain de la rivière souterraine, ou bien ces sources sont des résurgences de ruisseaux superficiels.

Dans l'étude très complète sur les Sources, résurgences et les nappes aquifères du Jura franc-comtois, M. Fournier (1) a établi la division suivante dans les Sources vaclusiennes :

- A. *Sources alimentées par des bassins fermés ;*
- B. *Sources alimentées par des gouffres ou entonnoirs ;*
- C. *Sources alimentées par de simples fissures du calcaire constituant le plateau, et auxquelles il donne le nom d'ersurgences vaclusiennes.*

Il réunit sous le nom de *résurgences vaclusiennes mixtes* :

- A. *Sources prenant naissance dans une couche perméable filtrante et ne devenant vaclusiennes qu'après avoir traversé cette couche ;*
- B. *Sources d'alimentation vaclusienne, mais venant ressortir à la base d'une formation perméable filtrante, qu'elles traversent de bas en haut pour arriver à la surface du sol.*

Nous n'avons pas suffisamment d'observations sur cette catégorie des résurgences vaclusiennes.

Nous n'aurons à examiner que les trois groupes suivants, dont nous retrouvons les *types bactériologiques* :

PREMIER GROUPE. — *Sources dont le bassin d'alimentation est boisé, dépourvu d'habitations et non cultivé.*

DEUXIÈME GROUPE. — *Sources dont le bassin d'alimentation est jonché d'entonnoirs cultivés.*

TROISIÈME GROUPE. — *Sources en rapport plus ou moins direct avec des gouffres (2).*

(1) *Loc. cit.*

(2) Un *quatrième groupe*, sur lequel M. Magnin a bien voulu attirer notre attention, serait formé par les sources alimentées par des lacs, comme la source de l'Orbe. Nous n'avons pas encore, malheureusement, d'observations bactériologiques sur ces sources.

Les Sources du premier groupe dont le bassin d'alimentation est boisé donnent d'excellents résultats à l'analyse bactériologique.

La filtration dans les premières couches du sol, peut être assez lente pour que la contamination ne se manifeste pas lorsque le bassin est en pâturage.

A ce groupe appartiennent les Sources de : Bourogne, Sainte-Marie, Luisans, Colombier-Fontaine, Rognon, Capucin (Le Brey), S. Bleue, Chaux-les-Passavant, du Mont-d'Or, Villeneuve-d'Amont, Solborde, Rigney, etc...

Il faut faire une mention spéciale pour les Sources du deuxième groupe dont le bassin est jalonné par des entonnoirs encore fermés très fréquents sur les premiers plateaux. On peut remarquer que c'est précisément dans ces dépressions que s'accumulent les derniers amas de terre végétale entraînés par le ravinement. C'est souvent dans ces endroits seulement que la culture peut être pratiquée; il est donc très important de tenir compte de ces zones livrées à la culture intensive, et en rapport plus ou moins direct avec les ruisseaux souterrains.

Tel est le cas de toute la zone située au nord de Besançon faisant partie du bassin d'alimentation de la Source de la Mouillère. Les Sources de Grandfontaine, de Thise, de Plaisir-Fontaine se trouvent aussi dans cette catégorie.

Troisième groupe. — *Sources en rapport avec des entonnoirs ouverts ou sur le parcours desquelles se trouvent des gouffres.*

Cette troisième catégorie constitue un type de sources *absolument spécial* au point de vue bactériologique. C'est un de ceux que nous étudions depuis plus de deux ans pour les eaux d'alimentation de Besançon. Les Sources, qui en font partie, sont des plus dangereuses, car elles fonctionnent comme agents directs de transmission de la contamination. Celle-ci peut être *temporaire* ou *permanente*.

Elle est temporaire lorsque sur le trajet de la Source se trouvent des gouffres ou pourrissent les cadavres des animaux comme c'est le cas pour la Source du *Grand-Vaire*.

Elle est permanente, lorsque la Source est une résurgence des ruisseaux superficiels.

Au troisième groupe appartiennent les Sources d'Avanne, Arcier, Billecul, Ecole, Grand-Vaire, le Maine, S. de Bléfond, la Froidière.

Il est inutile d'insister sur le rôle que jouent les sources vaucloisienne dans la transmission de la fièvre typhoïde. Les faits les plus récents l'ont démontré dans les épidémies qui ont sévi à Besançon, à

Saint-Claude (Jura) et dans bien d'autres villes où l'alimentation en eau se fait par des sources vauclusiennes.

Un de leurs caractères est de donner souvent l'apparence de sources très pures ; leur fraîcheur, leur limpidité peuvent en imposer si l'on n'étudie pas leur bassin d'alimentation, souvent très étendu, pour peu que leur débit soit considérable.

Dans l'étude que nous nous proposons de faire ici, nous n'avons en vue que la question bactériologique. Pour ce qui est de la partie géologique, elle a déjà fait l'objet d'assez nombreux travaux sur les sources de la région de la part de MM. Fournier et Magnin, travaux auxquels nous renvoyons le lecteur (1).

Quant à la partie chimique, nous ne ferons que la signaler. Nos observations ne sont ni assez nombreuses ni assez suivies pour nous permettre de tirer des conclusions trop générales. Nous donnerons néanmoins quelques résultats obtenus sur les dosages des nitrates à propos de l'origine des sources vauclusiennes.

(1) E. FOURNIER, *loc. cit.*

BACTÉRIOLOGIE DES SOURCES VAUCLUSIENNES

SOMMAIRE

Prélèvements. — Ensemencements.

Milieux de culture.

Résultats fournis par l'analyse quantitative.

Recherches des espèces pathogènes. — Détermination du degré de contamination.

Espèces suspectes.

Prélèvements.

Dans les très nombreux prélèvements que nous avons toujours opérés nous-mêmes dans les différentes sources, nous avons toujours pratiqué des ensemencements immédiats, considérant ce procédé comme bien supérieur aux transports toujours fort coûteux et bien souvent sujets à des variations et à des contaminations pendant le trajet.

A l'aide d'un petit dispositif assez simplifié, il est possible de pratiquer les premiers ensemencements sur gélatine et sur des bouillons ordinaires et phéniqués pour la recherche spéciale des bactéries pathogènes et les espèces spéciales du groupe du *B. coli* et du *B. d'Erberth*.

Ce procédé nous a été d'un grand secours dans bien des cas souvent fort difficiles, au courant des explorations souterraines dans les gouffres et les résurgences vaclusiennes que nous avons explorés.

Ensemencements.

Tous les ensemencements sur milieux solides et milieux liquides ont été pratiqués avec des quantités d'eau suffisantes pour déceler des traces de contamination. Il arrive en effet souvent que les Sources vaclusiennes, même très contaminées, donnent des résultats d'analyse satisfaisants à certaines époques. Ceci tient évidemment à des apports intermittents. Dans le but de déceler la contamination, nous avons toujours fait des séries d'ensemencements sur bouillons phéniqués avec des quantités graduellement croissantes de l'eau à examiner, depuis quelques gouttes jusqu'à 200 cm. cubes. Nous avons ainsi pu mettre en évidence la présence de bactéries nettement pathogènes dans des eaux faiblement contaminées.

Milieux de culture.

Pour tout ce qui concerne la numération des bactéries, pipettes dosées et calibrées, milieux de culture à la gélatine, nous avons toujours employé le même procédé opératoire, de façon à obtenir des résultats comparables.

Milieu à la gélatine :

Peptone.	10 gr.
Sel marin	5 gr.
Gélatine.	100 gr.
Macéré de viande	1 litre.

Gélatine lactosée et sensibilisée. (Recherches spéciales du B. coli.)

Eau peptonisée.

Bouillon lactosé carbonaté. (Recherches spéciales du B. coli.)

Lait.

Bouillon de viande.

Chaque source à examiner était soumise aux différentes épreuves suivantes :

- Date du prélèvement ;
- Ensemencement immédiat sur plaques de gélatine (pl. de Piétri) ;
- Ensemencement sur bouillons phéniqués avec une quantité d'eau proportionnée, depuis quelques gouttes jusqu'à 200 cm. cubes ;
- Première différenciation ;
- Réensemencement sur lait ;
- Réensemencement sur pomme de terre ;
- Réensemencement sur gélatine lactosée ;
- Recherche de l'Indol ;
- Espèces suspectes ;
- Saprophytes ordinaires ;
- Observations :* Causes probables de contamination. — Température ;
- Inoculations.

Résultats fournis par l'analyse quantitative.

L'analyse quantitative des Sources vaclusiennes est soumise à des fluctuations nombreuses et très variables. Ces sources, qui ne sont en général que des produits de filtrations très imparfaites, subissent des variations énormes dans leur teneur microbienne, variations brusques et quelquefois sans cause apparente. Le plus généralement c'est lorsque des pluies intenses ont lavé leur bassin d'alimentation que les eaux deviennent riches en bactéries, mais alors, il se

manifeste, en même temps, un trouble bien caractéristique et une couleur jaunâtre dus surtout aux particules terreuses entraînées et qui prouvent combien la filtration est nulle dans ces sources. Ce trouble est bien différent et se distingue très facilement de la teinte laiteuse des eaux de marnes.

Indépendamment de ces faits et par un régime anormal, les eaux peuvent devenir d'une pureté extraordinaire, et c'est là un fait assez curieux. La plupart des Sources vauclusiennes que nous avons étudiées, d'une façon suivie, ont toujours donné, à certaines époques, des résultats tels que, même en tenant compte de l'analyse qualitative, on serait facilement porté à les déclarer comme très pures.

Mais si le régime change brusquement, si un temps pluvieux succède à une assez longue période de sécheresse, ce qui arrive surtout à l'automne, le régime bactériologique devient tout à fait différent. Il se produit au début même une sorte de coup de balai qui entraîne d'un seul coup toutes les impuretés et les bactéries que le colmatage avait entraînées et déposées dans les parties plus élevées des conduits souterrains.

Dans bien des explorations de rivières souterraines nous avons pu nous rendre compte de ces produits de colmatage. Nous avons relaté, dans une étude antérieure (1), plusieurs observations à ce sujet. Depuis, nous avons eu l'occasion d'examiner, au point de vue bactériologique, un certain nombre de ces boues; elles contenaient toutes des espèces absolument caractéristiques et laissaient ainsi la preuve de leur contamination.

Ce coup de balai entraînant une quantité de bactéries est presque instantané; il se manifeste très brusquement et avec une grande rapidité. Pour les Sources d'Arcier (2), en particulier, nous avons montré qu'il apparaît 24 heures après le début des pluies sur le bassin d'alimentation.

Il faut avoir vu soi-même et parcouru ces galeries, souvent très grandes, pour se faire une idée de la circulation de ces eaux souterraines, véritables rivières recevant la contamination, mais, fait plus grave encore, privées de cet agent purificateur de nos rivières aériennes, de la lumière.

Cet apport brusque de bactéries dans les eaux, auquel s'applique d'une façon plus exacte le terme de *crue microbienne*, est d'une durée

(1) E. MARÉCHAL, *Les Sources d'Arcier, étude bactériologique* (Soc. Hist. nat. du Doubs, 1902).

(2) On nous a objecté que des expériences à la fluorescéine avaient montré que dans certains cas, la rapidité était moins grande. Or, ce sont là deux faits absolument différents. La fluorescéine ne suit pas le courant: elle diffuse avec une vitesse bien inférieure et ne se trouve pas soumise aux mêmes lois que des particules (fût-ce des microbes) en suspension dans l'eau.

plus ou moins longue. Très élevé au début, il va sans cesse en décroissant jusqu'à tomber au chiffre normal et quelquefois même s'abaisser au-dessous.

Nous donnons ci-dessous le nombre de bactéries par centicube de quelques Sources vauclusiennes.

Dates des prélèvements.	SOURCES	Nombre de Bactéries au centicube.
1902. 1 ^{er} juin	du Pontet.	150
18 août	<i>Plaisir-Fontaine.</i>	2960
21 avril	Bourogne.	120
9 juin	Billecul (1).	5962
25 mai	la Côte-Sainte-Marie.	287
27 mai	Prés-Vernay (Seloncourt)	120
7 juin	<i>Grandfontaine.</i>	225
7 juin	Avanne.	645
23 juin	Reverotte.	175
23 juin	Luisans	588
17 juin	Colombierfontaine.	159
15 juin	<i>Dessoubre.</i>	504
15 juin	Ecole	1800
1901. 10 décembre	Rognon	2940
1902. 1 ^{er} mars	Grand-Vaire.	588
11 mars	Grande-Baume (le Brey)	175
11 mars	du Capucin.	240
1901. juillet	Bleue [.	42
26 juin	Chaux-les-Passavant	139
26 juin	du Mont-d'Or.	»
26 juin	des Granges-Maillet, Villeneuve- d'Amont.	98
26 juin	Velet (Salins).	14
1902. 16 mars	la Froidière.	175
18 août	Puits de la Brême.	360
8 octobre	Solborde	92
28 octobre	Valentigney	288
28 octobre	du Maine	290
1 ^{er} mars	Bléfond	2800
12 mars	Rigney.	82
12 mars	Derrière-le-Mont (Morteau).	171
1901. 16 décembre	Chancey.	3089
16 décembre	Indevillers	333
1902. 15 janvier	Bethoncourt.	420
13 janvier	Noirefontaine.	85
16 avril	Mamirolle (semi-faille)	128
16 avril	<i>Vans</i> (Bians-les Usiers).	128

(1) Les noms de Sources en caractères gras sont celles où le *B. coli* virulent a été isolé. Les Sources marquées en italiques renferment des formes de *B. coli* atténuées.

On trouvera plus loin les résultats des sources d'Arcier et de la Mouillère.

Nous donnerons tout à l'heure, à propos de quelques Sources vaucusiennes étudiées d'une façon suivie, quelques tracés montrant les variations microbiennes de ces sources pendant plusieurs périodes.

Recherche de la contamination. — Détermination du degré de contamination.

Dans nos recherches sur les eaux d'Arcier, nous avons eu l'occasion d'étudier d'une façon toute spéciale la contamination par les matières fécales.

La présence et la spécification absolue du *B. coli* constitue une des principales et attentives recherches de l'analyse des eaux. Nous avons cherché surtout, dans cette étude, à mettre en évidence la part qui revient au *B. coli* dans la contamination. On a beaucoup écrit, discuté sur cette espèce. On a voulu la trouver partout. Des auteurs sont allés jusqu'à nier la valeur du *B. coli* et, devant les difficultés éprouvées à isoler le *B. typhique* dans les eaux, ils n'hésitaient pas à conclure à la faible importance des analyses bactériologiques.

Quoi qu'il en soit, le *B. coli* reste une preuve de la contamination par des matières fécales, et, suivant l'expression très juste de M. Imbault : « Quel est celui qui boirait avec plaisir une eau qu'il sait pertinemment diluée avec des matières fécales, fût-ce même à une forte dilution ? »

Mais si l'on doit attacher de l'importance à la présence de cette espèce comme démontrant d'une façon indubitable la contamination par des matières fécales, il faut en attacher une aussi grande à la quantité qui s'y trouve. Dans nos recherches sur les Sources vaucusiennes, nous nous attachons à déterminer surtout *les variations de cette teneur* en *B. coli* sur laquelle les sources d'Arcier nous ont fourni un très intéressant sujet d'études.

Il y a encore certains faits sur lesquels nous croyons devoir insister : ce sont les variétés du *B. coli*. On décrit sous le nom de *paracolibacilles*, un certain nombre d'espèces qui, par quelques-unes seulement de leurs propriétés, se rapprochent du *B. coli*. Doit-on les considérer comme des *espèces spéciales* ou faut-il en faire des *variétés du B. coli* type, variétés atténuées, ayant perdu leurs propriétés par un habitat anormal ? Cette dernière hypothèse émise par M. le professeur Macé, tendant à faire des *groupements naturels* dans les Bactéries, nous a permis d'expliquer bien des faits sur la présence de ces espèces anormales dans les eaux vaucusiennes.

Les coli-bacilles anormaux se trouvent surtout dans les Sources

vaclusiennes de la première catégorie. Ces espèces ont perdu un certain nombre de leurs propriétés, parmi lesquelles :

La propriété pathogène ;

La production d'indol ;

La coagulation du lait.

Le passage de ces bactéries dans les eaux, tout en indiquant d'une façon absolue la *contamination par des produits superficiels*, n'a pas une importance aussi grande (1). Ce qui importe le plus de connaître, c'est la *transmission possible* de la fièvre typhoïde. Le bacille typhique, le fait est démontré, ne peut vivre longtemps dans les eaux ; il faut que la transmission soit assez rapide comme c'est le cas pour les sources vaclusiennes de la troisième catégorie. Or, c'est précisément dans ces sources que l'on rencontre le *B. coli type* n'ayant pu se transformer.

D'une façon générale, nous pouvons conclure que la présence de *B. coli* atténués, tout en laissant des doutes très légitimes sur la *possibilité de la contamination*, ne doit pas être regardée comme une eau mauvaise et à rejeter d'une façon absolue pour l'alimentation. Le *B. coli type*, au contraire, prouve d'une *façon indubitable* que la contamination existe et que la transmission est suffisamment rapide pour que des eaux typhogènes conservent leurs germes intacts.

Voici les résultats que nous avons obtenus dans les différentes Sources vaclusiennes examinées :

Sources vaclusiennes à *B. coli* typique et virulent.

Arcier.

Du Maine (Cléron).

La Froidière.

Billecul (Besançon).

Avanne.

Ecole.

Du Grand-Vaire.

Bléfond.

Sources vaclusiennes à *B. coli* typique ayant perdu plusieurs de ses propriétés, et en particulier sa virulence.

Arcier (à certaines époques).

La Mouillère.

Thise.

Grandfontaine.

(1) Les Sources où on les rencontre devront, pour être utilisées pour l'alimentation, être protégées par une *zone de protection* s'étendant à tout le bassin d'alimentation de la source.

Du Dessoubre.
Bénusse.
Plaisir-Fontaine.
La Loue.

Sources vauclusiennes où le *B. coli* n'a pas été rencontré.

Des Prés-Vernay (Seloncourt).
La Côte-Sainte-Marie.
La Reverotte.
Luisans.
Colombier-Fontaine.
Rognon.
La Grande-Baume (le Brey)
Du Capucin (Remoray).
Bleue (Chaudron).
Derrière-le-Mont.
Du Mont-Dore.
Du Pontet.
Rigney.
Mamirolle.

Autres espèces pathogènes rencontrées dans les eaux.

Etant donné que certaines sources vauclusiennes sont la résurgence de ruisseaux superficiels contaminés par leur passage dans les villages où ils sont le dépotoir des fosses d'aisances, en même temps que le point d'écoulement des fumiers et des purins, on doit y trouver les espèces pathogènes signalées dans les eaux.

Toutes les espèces que nous avons rencontrées jusqu'ici dans les sources d'Arcier se réduisent à cinq ; ce sont :

- Le *B. coli* virulent ;
- Le *Pneumobacille* de Friedlander ;
- Le *B. lactis aerogenes* ;
- Le *B. pyocyaneus* ;
- Le *Proteus vulgaris*.

Bactéries suspectes.

En dehors des très nombreux saprophytes qui constituent la flore ordinaire des eaux, il est un certain nombre d'espèces qui ont spécialement attiré notre attention. Nous voulons parler de ces espèces sur lesquelles M. le professeur Macé (1) a depuis longtemps attiré

(1) MACÉ, *Traité de Microbiologie*, p. 1130.

l'attention et qui, si elles ne sont pas pathogènes, doivent faire penser à des matières animales putréfiées.

Ces espèces appartiennent aux bactéries suivantes :

B. violaceus;
B. mycoides;
B. fluorescens liquefaciens;
B. fluorescens putridus;
B. prodigiosus;
B. Zopfii;
Cladothrix chromogenes.

Toutes ces espèces ont été rencontrées dans les sources vauclusiennes contaminées à certaines époques. Certaines d'entre elles, comme le *B. violaceus* et le *B. prodigiosus*, n'apparaissent même qu'à certaines époques où les eaux sont très contaminées.

Répétons que leur présence n'a rien *d'exclusif* et que nous les avons rencontrées quelquefois dans des eaux très bonnes.

Bacilles violets. — Les espèces que nous avons isolées des eaux appartiennent à deux types assez distincts comme grandeur des éléments, aspect de culture et matière colorante.

La plus fréquente, celle aussi qui se trouve dans les eaux contaminées, semble se rapprocher du *B. violaceus Laurentius*; l'autre appartient au *B. Janthinus*.

Dans son chapitre sur les Bacilles violets, M. le Dr Thiry (1) réunit dans un même groupe provisoire les organismes connus sous le nom de *B. violaceus*.

Il résulte des observations de M. Imbeaux (2) que le *B. violaceus* est fréquent dans les eaux de qualité douteuse. Sur les examens pratiqués par M. Macé, 54 fois sur 174 le *B. violaceus* coexistait avec le Coli bacille.

Si nous relevons nos analyses d'eaux faites dans les sources vauclusiennes, nous trouvons que huit fois sur quinze le *B. violaceus* coexiste avec le *B. coli*.

Sources vauclusiennes où le *B. violaceus* a été isolé.

Arcier.

La Mouillère.

Thise (du ruisseau).

Rigney.

(1) Dr THIRY, *Bacille polychrome et actinomyces mordoré*, 1900 (Thèse de médecine de Nancy).

(2) IMBEAUX, *Les Eaux potables et leur rôle hygiénique dans la Meurthe-et-Moselle*, 1897 (Thèse de médecine de Nancy).

Puits de la Brême.

Dessoubre.

Mamirolle.

La Froidière.

Bourogne.

Billecul.

Luisans.

Avanne.

Le *Cladothrix chromogenes*, le *B. fluorescens liquefaciens* sont très nombreux dans les couches superficielles du sol ; leur présence dans les sources vauclusiennes est un indice de leur origine.

Sources vauclusiennes où le *Cladothrix chromogenes* a été isolé.

Arcier.

La Mouillère.

Du Pontet.

La Loue.

Bléfond.

Du Dessoubre.

Cinq fois sur quinze, le *Cladothrix chromogenes* coexiste avec le *B. coli*.

Sources vauclusiennes où le *B. fluorescens liquefaciens* a été rencontré.

Arcier.

La Froidière.

Mamirolle.

Bourogne.

La Mouillère.

Du Capucin.

Trois fois sur quinze, le *B. fluorescens* coexiste avec le *B. coli*.

DOSAGE DES NITRATES

Dans une note très intéressante qui parut dans les comptes rendus de l'Académie des Sciences, M. Schlœsing attirait l'attention sur la variation du titre nitrique pour la détermination du degré de potabilité des eaux de sources et permettant de distinguer les fausses sources (résurgences) des sources vraies. Le titre nitrique, dit-il, différencie ces eaux : constant dans les sources vraies, il varie pour les eaux de rivières ou leurs résurgences.

Un certain nombre de dosages effectués dans les eaux du Doubs nous ont donné des variations du titre nitrique comprises entre 0 milligr. 3 et 7 milligr.

Les eaux du lac Saint-Point, très pures au point de vue bactériologique, n'en renferment que des traces.

La teneur des sources d'Arcier (résurgence) varie entre 2 et 7 milligr.

Nous avons remarqué d'une façon assez constante que, dans les sources vauclusiennes contaminées, la teneur en nitrates est sensiblement plus élevée. En voici quelques exemples :

Titre nitrique de quelques Sources vauclusiennes.

Sources contaminées.

	milligr
Arcier , varie entre 2 et	7
Billecul (Besançon)	18
<i>La Mouillère</i> , de 7 à	10
Ecole	10
Chancey (Haute-Saône)	15

Sources bonnes au point de vue bactériologique.

	milligr
La Reverotte	0.2
La Côte-Sainte-Marie	traces
Rognon.	2
Bleue.	4
Derrière-le-Mont	4
Chaux-les-Passavant.	3
La Grande-Baume (le Brey).	4
Du Dessoubre.	traces
Luisans, moins de	1

	milligr
Du Mont-Dore	1
Rigney	traces
Indevillers.	traces
Des Granges-Maillet (Villeneuve-d'Amont).	2
Bians-tes-Uziers	4

On voit que, d'une façon générale, le titre nitrique des eaux de Sources vaclusiennes contaminées atteint et dépasse 7 à 8 milligrammes, qu'il est au contraire relativement faible dans les eaux pures.

Etude de quelques Sources vauclusiennes

Nous exposerons dans ce chapitre quelques-unes de nos recherches spéciales sur le régime des Sources vauclusiennes, nous réservant plus tard de l'étendre à toutes les sources importantes de la région.

Nous avons étudié et étudions encore *d'une façon régulière*, au point de vue bactériologique et chimique, un certain nombre de sources appartenant aux deux catégories citées plus haut.

Les plus importantes sont celles d'*Arcier*, de La Loue, de Plaisir-Fontaine, du Maine, du Doubs, de Bléfond, de la *Mouillère*, du Des-soubre, etc.

Les analyses les plus nombreuses appartiennent à la source d'*Arcier* qui alimente Besançon. Nous l'exposerons donc en détail.

Les sources de la *Mouillère*, intéressant la ville à un point de vue spécial, nous donnerons le résultat de quelques analyses effectuées dans le courant de l'année 1902.

SOURCES D'ARCIER

Les Sources d'*Arcier* nous ont offert un sujet d'étude très intéressant sur les Sources vauclusiennes, parce qu'elles résument en quelque sorte, par leur mode d'alimentation, les *trois types de sources définis plus haut*. Ces trois types fonctionnent d'une façon très inégale aux différentes époques de l'année. La prédominance de tel d'entre eux vient modifier le régime de la Source et contribuer aussi à lui donner une allure absolument variable. Il nous a fallu des observations constantes, des analyses pratiquées d'une façon régulière, quelquefois même journalières, à différentes époques de l'année pour nous rendre compte exactement des variations de leur degré de contamination.

Le régime de ces Sources est très complexe. Il présente cependant deux phases bien distinctes, que nous désignerons sous le nom de *régime d'été* ou *régime d'hiver*. Chacun d'eux a une allure caractéristique.

Régime d'été.

Le régime d'été des Sources d'*Arcier* commence vers la fin d'avril et, d'une façon plus exacte, après les grandes pluies. A ce mo-

ment, la teneur microbienne, qui s'était maintenue assez élevée, s'abaisse sensiblement; elle tombe entre 109 et 300 bactéries acrobies au centimètre cube et s'y maintient d'une façon assez constante, si aucune cause climaterique ne vient troubler le régime de la Source. Les eaux sont relativement pures. Le *B. coli* type ne s'y décèle pas, ni aucune des autres bactéries pathogènes ou suspectes. C'est pendant cette période que les analyses donnent d'excellents résultats.

Cette pureté microbienne persiste et va même en s'améliorant tant que dure la sécheresse.

Mais s'il survient une période pluvieuse, si une pluie un peu intense s'abat sur le bassin d'alimentation, le régime change brusquement (1) : une vingtaine d'heures après, les eaux de la Source deviennent boueuses et s'accompagnent presque subitement d'une *crue microbienne* très intense par sa *teneur en bactéries* et par la *nature de ces bactéries*.

Il ne faut pas confondre cette crue microbienne d'été avec la crue microbienne d'hiver; elles sont bien différentes l'une de l'autre, comme nous le verrons plus loin.

La crue microbienne d'été s'accompagne d'une quantité d'espèces pathogènes, telles que le *B. coli* type virulent, le *B. pyocyanique*, *B. lactis acrogenes*, *B. de Friedlander*, ainsi que les espèces suspectes : *B. violaceus*, *B. Zopfii*, *M. Prodigiosus*, *B. fluorescens liquefaciens*, etc...

Il semble qu'il y ait un déversement brusque d'un véritable bouillon de culture. C'est à cette époque que les eaux sont les plus dangereuses; ces manifestations se produisent surtout vers la fin de l'automne et coïncident presque toujours avec l'apparition d'une épidémie de typhoïde.

La crue microbienne s'accompagne d'une recrudescence de *B. coli*. A aucune autre époque de l'année, il n'est aussi nombreux.

Nos analyses, spécialement dirigées sur la recherche du *degré de contamination*, nous montrent qu'à cette époque on trouve le *B. coli* virulent dans deux gouttes d'eau, alors que, dans la crue microbienne d'hiver, il ne se retrouve que dans un centimètre cube au maximum. La crue microbienne, atteignant son maximum en quelques heures, dure peu de temps. En cinq à six jours, l'eau est redevenue normale. Le *B. coli* et les espèces caractéristiques de ces crues ont disparu.

Régime d'hiver.

Le régime bactériologique des eaux d'Arcier pendant l'hiver est

(1) E. MARÉCHAL, *loc. cit.*

bien différent. La teneur microbienne est sensiblement plus élevée; elle varie avec chaque mois et subit toutes les influences climatiques.

Voici les faits observés pendant l'hiver (1) depuis octobre 1901.

Pendant le mois d'octobre la teneur microbienne est de 285 bactéries au centicube, avec une proportion de *B. coli* encore assez élevée, puisqu'on le retrouve dans un centimètre cube d'eau.

En décembre, au contraire, la moyenne bactériologique est notablement plus élevée : 1923 bactéries au centicube, et, en même temps, disparition du *B. coli*.

Jusqu'ici, chaque fois que le chiffre des bactéries augmentait dans les eaux d'Arcier, on observait une proportion équivalente de *B. coli*. Pendant ces deux derniers mois, c'est l'inverse qui se produit, et les analyses du 14 décembre, qui donnent un chiffre de 4680 bactéries, ne renferment pas de traces du *B. coli* ni aucune des espèces pathogènes signalées au mois de septembre.

Ce fait peut paraître paradoxal au premier abord, mais si l'on examine la source au point de vue de sa contamination, on constate que les deux causes principales sont : les pertes du ruisseau de Nancray et celle du Creux-sous-Roche à Saône.

Le déversoir de Nancray, véritable collecteur de tous les immondices du village, existe d'une façon permanente; or, comme en décembre le chiffre des bactéries est bien supérieur à la moyenne, il faut donc que les autres apports superficiels soient augmentés par rapport à cette cause de contamination.

De plus, le lavage par les pluies d'automne s'est manifesté chaque fois par une quantité de *B. coli*.

Après ces lavages, les apports de contamination sont beaucoup moins importants et probablement dans une proportion telle qu'ils ne peuvent plus être décelés par l'analyse.

En somme, la conclusion est celle-ci : pendant le mois de décembre, les eaux d'Arcier sont beaucoup moins exposées à la contamination que pendant les mois précédents.

SOURCE DE LA MOUILLÈRE

Nous avons été amenés à étudier la source de la Mouillère au point de vue bactériologique à la suite d'une proposition de M. l'ingénieur Chavanne sur un nouveau projet d'alimentation de la ville de Besançon, consistant dans le drainage du sous-sol de la forêt de Chailluz.

(1) *Soc. Hist. nat. du Doubs*, bulletin mensuel n° 14, janvier 1902. — E. MARÉCHAL, *loc. cit.*

Dans l'étude de M. Fournier sur les causes de contamination des sources d'Arcier et les moyens à employer pour assurer l'alimentation de la ville de Besançon en eau potable, nous relevons le passage suivant :

« Parmi les projets proposés, il en est un qui mérite une attention spéciale : c'est celui de M. Chavanne. Ce projet consisterait en un drainage du sous-sol de la forêt de Chailluz. Les recherches hydrologiques les plus récentes ont amené la conclusion que le sous-sol de cette région était parcouru par des cours d'eau souterrains assez importants; l'un d'eux vient ressortir aux environs de Thise, l'autre contribue à alimenter le cours d'eau qui vient ressortir derrière les usines de la Compagnie des Tramways, à la Mouillère. »

La source de la Mouillère n'est pas en dehors de toute zone de contamination, car elle reçoit certainement des apports d'une région cultivée et habitée située entre la Mouillère et la forêt de Chailluz.

Néanmoins, les analyses pratiquées à différentes époques nous ont montré que la contamination due à ces apports était très faible. Nous n'y avons jamais rencontré le *B. coli* type et virulent et seulement deux fois un *B. coli* à propriétés atténuées. Il faut évidemment, comme je le disais au début de cette étude, en chercher la cause dans les entonnoirs et les combes où se trouve accumulée la terre végétale.

Source de la Mouillère.

1902. 25 avril.....	230 bact. au centicube.	<i>B. violaceus</i> , <i>Cl. chromogènes</i> .
4 mai.....	683 bact. au centicube.	<i>B. fluorescens liquefaciens</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>M. uræ</i> , <i>M. luteus</i> .
21 mai.....	1359 bact. au centicube.	<i>B. coli non typique</i> .
9 juin.....	425 bactéries.	