

COMITE NATIONAL FRANCAIS DE GEODESIE ET GEOPHYSIQUE

- Section d'Hydrologie Scientifique -

Séance du 6 Juin 1944

- ORDRE DU JOUR -

- 1°) Approbation du procès-verbal de la précédente séance.
- 2°) " L'épuration des eaux "
par M. le Médecin-Général PASTEUR.
- 3°) " Propriétés de quelques sédiments calcaires "
par M. J. BOURCART, Professeur de Géologie dynamique à la
Faculté des Sciences.
- 4°) Démissions, radiations, nomination éventuelle de Vice-Présidents.
- 5°) Questions diverses, constitution de sections.

PROCES-VERBAL

Etaient présents : M. DIENERT, Président. M.M. BEAU, BOURCART, FROLOW,
GENISSIEU, GESLIN, GUILLERD, LE STRAT, LUTAUD, PICARD, PASTEUR, PERRIER,
PIOGER, SIVADE, URBAIN, VIBERT.

Absents excusés : M.M. CALVET, CASTERET, COUTAGNE, CRUSCENT, SENTENAC.

La séance est ouverte à 16 h 30 au Ministère des Travaux Publics.

Le procès-verbal de la précédente séance est adopté sans observations.

M. le Président fait part de la mort de M. RABOT, Vice-Président de la Section, décédé le 1er Février. Spécialiste des questions se rapportant à la Neige et aux Glaciers, M. RABOT avait été lauréat de la Société de Géographie en 1899 et avait reçu, pour ses "Explorations dans les Hautes régions septentrionales de l'Europe" la médaille d'Or du Prix de la Roquette. Elu membre de la Commission Centrale de la Société en 1898, il l'est resté jusqu'à sa mort. Il a également joué un rôle important comme secrétaire de la rédaction de "La Géographie", bulletin de la Société, situation qu'il a exercée de 1900 à 1919 en collaboration avec le Baron HULOT, secrétaire général de la Société. Malgré son âge avancé, M. RABOT continuait à s'intéresser à nos travaux et sa disparition constitue une perte extrêmement sensible pour notre Section.

Nomination d'un Vice-Président - A la suite du décès de M.M. IMBEAUX et RABOT, M. GUILLERD demeure seul Vice-Président de la Section. M. le Président pense qu'il y aurait lieu de procéder à la nomination d'un Vice-Président en remplacement de M. IMBEAUX. L'activité de

M. GUILLERD étant orientée vers les eaux souterraines, il serait souhaitable que le nouveau Vice-Président fût choisi parmi les spécialistes des eaux superficielles. M. le Président propose la nomination de M. GENISSIEU, Inspecteur Général des Ponts et Chaussées, particulièrement désigné par son activité et par l'intérêt qu'il porte à l'Association.

M. GENISSIEU est élu à l'unanimité. M. DIENERT félicite le nouveau Vice-Président qui remercie les membres de la Section et leur exprime son désir de continuer, avec leur collaboration, à s'intéresser aux travaux de la Section.

Démission - M. le Président donne lecture d'une lettre de M. WILHELM qui, en raison de son âge et des difficultés de voyage, présente sa démission. A la demande de M.M. BOURCART et GUILLERD, il est décidé d'étudier la possibilité de nommer M. WILHELM membre honoraire et de continuer à lui faire le service des comptes-rendus des séances.

Radiations - M. LUTAUD rappelle qu'il avait été envisagé de reprendre, une fois par an, la liste des membres, afin de se séparer de ceux qui ne manifestant plus d'intérêt aux travaux de la Section, alourdissent celle-ci et la privent de collaborations nouvelles qui pourraient être fécondes. Après un échange de vues, auquel prennent part M.M. GENISSIEU, LUTAUD, PERRIER, VIBERT, et au cours duquel M. DIENERT précise que cette récapitulation est faite chaque année, il est décidé de faire confiance au Président pour traiter le délicat problème des radiations, la ligne de conduite générale étant la compression de la Section.

Admissions - A la demande de M.M. LUTAUD, BOURCART et FROLOW, M. FRECHET, spécialiste des Mathématiques appliquées, Professeur du Calcul des Probabilités à la Faculté des Sciences de Paris, est nommé membre de la Section.

L'admission de M. Félix TROMBE, Maître de recherches, chargé du Laboratoire des Hautes températures à l'Institut de Chimie, alpiniste et spéléologue, présenté par M.M. LUTAUD et URBAIN, est également prononcée.

La candidature de M. DAGUIN ne peut être retenue, bien que M. DAGUIN soit un géologue de grande valeur, l'activité de ce dernier n'étant pas spécialement orientée vers l'Hydrologie.

Afin d'étendre l'activité de notre Association, il est décidé de créer une série de commissions comprenant chacune 1 ou 2 membres. Ces commissions seront chargées, chacune dans son domaine, d'établir une liaison avec les personnes et organismes qui, hors du Comité, s'occupent d'hydrologie. L'Association augmentera ainsi notablement son champ d'informations; des sujets d'étude pourront être portés à l'extérieur; et inversement des problèmes précis, dont certains susceptibles d'être présentés aux réunions internationales, pourront nous être posés. Après échange de vues, les sections sont constituées ainsi qu'il suit :

<u>POTAMOLOGIE</u>	<u>Terrain, Ruissellement, Debit, Débit saline, Modelé du Lit</u> M.M. ALBERT, BOURCART, GLAUSBAUD, de MARTONNE
<u>FAUX SOUTERRAINES</u>	<u>Laboratoire, Modèles réduits</u> M.M. BARRILLON, Jean LAURENT
	<u>Théorie de l'écoulement à ciel ouvert</u> M.M. DEVIÉ, EYFOUX
	<u>L'eau du sol, physique, absorption, évaporation</u> M.M. DIENERT, H. GESLIN, WEHRLE
	<u>Gisement et mouvement des eaux souterraines</u> M.M. DOBLE, GUILLER, LUTAUD, SCHOELLER
	<u>Théorie de l'écoulement souterrain</u> M.M. SIVADE, VIBERT
<u>LIMNOLOGIE</u>	M.M. GENISSIEU, COYNE
<u>NEIGE et GLACIERS</u>	M.M. PARDE, COUTAGNE
<u>MATHEMATIQUE et STATISTIQUE</u>	" FRECHET, FROLOW
<u>HYDROBIOLOGIE</u>	M.M. PREMANT, LE STRAT
<u>CHEMIE et PHYSIQUE</u>	M.M. LEPAPE, URBAIN, M. GESLIN
<u>VOIES et MOYENS</u>	(Organisation : M.M. CRESCENT, SENTENAC (Trésor d'Hydrologie : M. PERRIER.

M. COUTAGNE a fait parvenir un travail important sur l' "Etude des facteurs conditionnels du débit". Ce travail est confié à M. FROLOW qui en prendra connaissance et en entretiendra la Section lors de la prochaine réunion.

M. le Président donne la parole à M. BOURCART, Professeur de Géologie dynamique à la Faculté des Sciences, qui expose devant la Section les "Propriétés de quelques sédiments calcaires".

Cet exposé, dont le compte-rendu fera l'objet d'une publication ultérieure, donne lieu à un échange de vues auquel prennent part M. M. DIENERT, FROLOW, LUTAUD et URBAIN. M. le Président remercie M. BOURCART pour sa communication.

La parole est donnée à M. le Médecin-Général PASTEUR qui traite de "L'épuration des eaux".

"L'épuration des eaux" ne correspond qu'imparfaitement au sujet de cette communication puisqu'il comprendra également leur approvisionnement dans les régions désertiques et notamment dans notre Empire africain, mais ne s'intéressera pas, d'autre part, à leur étude bactériologique ni à leur assainissement microbien, qui ne présenteraient

ici rien de particulier à signaler.

Cette question a plusieurs fois attiré l'attention de la Section d'Hydrologie, et notre Président, M. DIENERT, n'a pas manqué de solliciter toute notre activité sur toutes les questions en cours.

A la séance du 3 Mars 1938, où M. HUBERT, administrateur-chef des Colonies, nous a fait une mise au point de nos ressources en eau dans le Nord Africain, M. le Professeur BOURCART, tout en complétant ses données, a jeté un cri d'alarme sur la disette d'eau des régions sahariennes en 1937, disette décennale qui a provoqué la mort de 1/10ème de la population, a eu de fâcheuses répercussions politiques et a nécessité, de la part de la Métropole, une contribution de 200 millions pour venir en aide aux malheureux éprouvés. Après une intervention de M. DIENERT et un échange de vues entre plusieurs membres présents : MM. GUILLANTON LABROUSTE, FROLOW, VIBERT, PASTEUR, la Commission a décidé d'intervenir auprès de M. CHAUTEUPS, chargé à cette époque des Affaires d'Afrique du Nord, pour la création d'un "Conseil Impérial de l'Eau", sorte de Water supply, dont les résultats, dit M. BOURCART, ont été si féconds aux Etats-Unis. Ce projet se traduit par un voeu exprimé dans le compte rendu du 3 Juin 1938.

Le 15 Septembre 1942, le Directeur des Travaux Publics aux Colonies, M. BEAU qui n'a cessé de se préoccuper de ces questions, forme le projet d'établir un Office de la Recherche scientifique aux Colonies pour centraliser ces travaux, et après avoir pris part aux opinions et avis émis par MM. DIENERT, LUTAUD, PASTEUR, il formule le désir d'obtenir une documentation sur les diverses formes de condensations des vapeurs d'eau atmosphérique et sur l'utilisation de la chaleur solaire. Sur cette dernière question, il demande le concours du Médecin-Général PASTEUR qui, avec les diverses formes d'hydrogénèse aérienne et terrestre, s'est plus spécialement occupé du dynamisme solaire (Publications et expériences). Il lui demande en outre, ce qui fut envoyé quelques jours après, une notice de vulgarisation à rédiger sur l'utilisation solaire, qui sera adressée à tous les fonctionnaires coloniaux afin de les intéresser à cette question et au besoin susciter de leur part des observations.

Enfin, le 6 Juin 1943, M. BEAU annonce la création d'une section coloniale à l'Office National de la Recherche scientifique, dont la présidence a été confiée à M. le Professeur MAURAIN de l'Institut. J'ai pensé que le moment était venu d'apporter immédiatement ma contribution à ces travaux.

APPROVISIONNEMENT EN EAU

L'eau peut provenir de l'atmosphère, de la surface du sol et du sous-sol : sources, forages, condensations occultes. Les eaux peuvent être potables ou surchargées de sels, de produits organiques et, dans ce cas, doivent subir l'épuration pour les rendre utilisables soit comme eau de boisson ou eaux industrielles.

Atmosphère -

La pluie est recueillie dans des citernes ou maintenue par des barrages dans le sol.

La rosée, dans des conditions climatiques favorables, est assez abondante, tend vers un maximum de 500 à 600 grs de condensation par m² et peut être recueillie sur les toitures de hangars, des bâches vernies

.... procédés susceptibles d'être améliorés, surtout dans les climats marins... exemples...

Condensations provoquées - D'après Ginestoux, le courant aérien qui va du Golfe de Gabès vers le Sahara, contenant 67 grs de vapeur d'eau par 1 cm³, diminue après 310 kms et avec un vent faible de 3 m. sur 100 kms de large et par 24 h abandonnerait 365,472 tonnes d'eau.

Appareil Ginestoux - Aussi s-t-il imaginé un appareil pour capter cette humidité par une succession de compression et de détente, en mettant en oeuvre la force dynamique du vent. Il n'avait abandonné son projet mais je sais trop la distance qui sépare une idée de sa démonstration, et surtout de sa réalisation, étant d'ailleurs moi-même trop préoccupé de mes propres travaux.

Appareil de George Claye - Utilise le refroidissement nocturne de récipients à chaleur spécifique élevée, pour capter pendant le jour la vapeur d'eau atmosphérique. N'a pas donné de résultat à l'expérience, malgré sa conception logique.

Puits aérien Knapen - Edifié à Trans dans le Var. Actuellement encore sans résultat. La masse de cette construction paraît insuffisante pour la quantité d'eau condensable présumée.

Capteur de vapeur d'eau atmosphérique - de L. Chaptal, à la station de physique et de climatologie agricoles de Bel-Air à Montpellier. Ces expériences démontrent celles que nous avons effectuées sur l'hydrogénése aérienne et terrestre et, dans ce cas, le rôle de la chaleur solaire. Sa production est au maximum de 2 litres, 258 en un jour pour une masse de 3 m³ à la base et 2m,50 de hauteur, jour où la chaleur solaire avait été particulièrement intense.

Absorption par des produits chimiques - Acide sulfurique, chlorure de calcium... n'a donné de résultats que dans des conditions de climat métropolitain. En été, dans les régions présahariennes, le chlorure de calcium se dessèche dans les éponges qu'il imprègne. (expériences personnelles).

Absorption à la surface du sol - Condensations occultes.

À la surface du sol "un birage vaut un arrosage" - Rôle condenseur des pierres à la surface du sol, pierres placées au pied des arbres.

A Absorption par les dunes de sable - Source d'Aïn-Sefra - Suintement des dunes constaté dans le Grand-Ery mais entre le 21 Octobre et le 13 Novembre 1929 (Ac. des Sciences 2/7/1930). En est-il de même en plein été ?

A l'intérieur du sol -

Il résulte des travaux de DIENERT (Hydrologie agricole et autres... 1923) que la pluie est habituellement le grand pourvoyeur des eaux souterraines; la condensation n'aurait qu'une influence de surface sur les végétaux (humidité - évaporation...). Par contre, M.M. CARLES, BEGLY, ALQUIER, MENDEL expliquent par les condensations occultes des sources dans les gués en Liban, dans les dunes de Bizerte, En Tripolitaine, dans les Hauts-Plateaux algériens, dans les Pyrénées.

Foggara ou qanats des indigènes marocains - Existaient déjà en Chaldée et ont jusqu'à plus de dix kilomètres de longueur.

Vapeurs de mer - Suggestion réalisable en attendant la construction des appareils George Claude-Boucherot pour la captation de l'énergie thermique des mers qui, réalisée, donnerait de l'eau potable en abondance.

Projets Desseliers - Colonnes ascensionnelles d'air chaud nuiside transportées par courants aériens en pluies bienfaisantes en certaines contrées. A cet effet, des hottes aspiratrices sont disposées sur des surfaces d'eau, chotts, marais, lacs, fleuves.

Propositions des trombes de DUBOS - L'air chaud monte en trombe tourbillonnante à l'intérieur de gros cylindres à des hauteurs où il provoque des potentiels électriques et des phénomènes de condensation.

Nous sommes dans le grandiose des conceptions, revenons aux réalités concrètes, à l'eau qui existe mais qu'il faut épurer.

EPURATION DES EAUX

Distillation électrique par électrosmose - Actuellement en perfectionnement, permettrait la distillation d'une eau contenant plusieurs grammes de sels par litre. Expériences personnelles en cours.

Ebullition - Convient et est suffisante pour certaines eaux (celles de Colomb-Béchar), en précipitant une partie des sels par départ de CO₂.

Epuration chimique -

a) partielle par les adoucisseurs aux silicates doubles... permusites par le phosphate trisodique : deux procédés qui substituent les sels de soude moins nocifs, surtout au point de vue industriel, aux sels de chaux et de magnésium. Ne peut être conseillé que pour les eaux faiblement minéralisées au Ca et Mg.

b) totale -

1°- Procédé Austerweil : à rejeter à cause de l'emploi, pour ce traitement, de sels de plomb.

2°- Procédé Austerweil par les allassions (zéolithes) capable, d'après les constructeurs, d'enlever de 1,5 à 5 et 6 grs de sels par litre. Production d'eau presque illimitée d'après les constructeurs, mais coût 1 million pour production moyenne de 1 tonne et de 25 frs de régénération.

Epuration par distillation thermique -

Emploi du charbon - Appareils Trache et Bouillon à grand rendement.

Chauffage électrique - Suggestion de M. BEAU de l'emploi des moulins à vent pour la production du courant électrique - Appareil sur lequel j'ai été consulté et que j'ai reconnu réalisable comme appoint important de production d'eau potable.

Distillation par la chaleur solaire -

(Historique des temps anciens) - Appareils ingénieux d'utilisation de la chaleur solaire, mais sans application au sujet traité.

(Temps modernes) - Travaux et appareils de Mouchot 1869 et de Pipe qui les construit. Expérience de machine à vapeur au Caire et à l'exposition de Paris.

Réflecteurs paraboliques - cylindriques - Pipe, Sim-Power...

Usines solaires et cuisines solaires - Abbett, Pasteur...

Concours de l'Office Tunisien pour la distillation de l'eau. Appa-

seils de Ginestoux, Poullain, Pasteur.

Chassis vitré de Wilson-Harding, rénové et expérimenté par Mourain et Brozier au Parc-St-Maur.

Tous ces appareils peuvent être adaptés à la distillation de l'eau et ont un rendement à peu près concordant, que l'on peut, d'une façon générale, déterminer ainsi qu'il suit, compte tenu des pertes qu'il est le plus souvent préférable de tolérer en raison des complications qu'entraîne outre mesure le perfectionnement des appareils: soit maximum de 4 litres,5 par m² de surface réceptrice et par jour, ou encore environ 1 petite calorie cm²-minute.

Les reproches faits aux réflecteurs sont la nécessité de l'orientabilité, complications de mécanisme et de prix, ternissure par les poussières, et diminution ou même disparition du rendement. Actuellement, il existe des héliostats pratiques et la poussière est évitée par une vitre mais qui réduit le rayonnement de 15 %.

L'avantage est :

1°) de pouvoir obtenir des potentiels élevés qui permettent d'avoir pour un réflecteur d'1 m. de diamètre, un litre d'eau bouillante en 10 minutes;

2°) d'avoir la possibilité d'un foyer calorifique intense, utilisable à tous usages, même pour la fonte des métaux;

3°) avec un foyer large, et sans doute une perte de calorification, l'orientabilité n'est plus aussi indispensable, ne se faisant que toutes les 20 à 30 minutes, temps plus que nécessaire pour l'ébullition de l'eau. Cette ébullition, pour certaines eaux telles que celles de Colomb-Béchar, suffit à leur épuration par précipitation des sels calcaires et magnésiens....

Chassis vitrés à réservoir - Nous avons construit des chassis vitrés à réservoir fermé pour chauffage de l'eau à tous usages, qui, grâce à la mise en oeuvre de certains phénomènes physiques tels que la convection, s'adapteront à la distillation de l'eau - ou à une loi dynamique de sa vapeur.

Chassis vitrés destinés à la distillation - Imaginés par Wilson réalisés par Harding en 1883 sous la forme de chassis de jardinier à double pente, à Salinas (Chili) par 23° de la latitude, à 1400 m d'altitude, pour l'approvisionnement en eau des ouvriers d'une mine, par distillation d'eau saumâtre contenant 140 grs de sels par litre, tandis que l'eau de la Méditerranée n'en a que 30 à 38 grs. La surface vitrée étant de 4.800 m² donnait 23 tonnes d'eau par jour, soit 4 lit⁸ par m². Au niveau de la mer, par diminution de la transparence de 25 %, le rendement descendait à 3 lit 6.

Ce chassis fut étudié scientifiquement par M. MOURAIN qui avait signalé ce procédé, et BRAZIER en septembre 1936; les résultats furent communiqués dans la revue "Recherches et Inventions" n° 154 en Juin 1937, à la suite et à l'occasion du concours du Gouvernement Tunisien sus-indiqué.

Les expériences faites au Parc St-Maur, latitude 48°49', un jour favorable ET PAR JOUR DE 7 h 1/2 d'exposition ont donné

à Monaco (Dr Râchard Bd du Musée)	1083 grs par m ²
à Tunis (M. Ginestoux)	2452 " " "
	3113 " " "

Les variations d'un jour à l'autre peuvent être du simple au double et plus, suivant les saisons... mais restent d'un rendement....

important comme moyenne annuelle :

614 lit, 497 pour 1 m² à Monaco (Dr Richard) en 10 mois
568 lit, 365 " " Tunis (Ginestous)

Dans la région de Tunis, 8 m² donnaient 5 lit. par jour en hiver et 25 lit. en été; résultats bien supérieurs dans le sud :

région de Tunis		région des chotts	
hiver	21 litres		61 litres
été	120 "		279 "

pour 60 éléments et par jour.

On estime que 30 m² donnent 100 litres d'eau distillée en moyenne.

Présentation de notre appareil distillatoire solaire -

1°) A cuassés vitré -

Sa forme est devenue rectangulaire, le réservoir d'eau est à augets, ce qui permet l'inclinaison de l'appareil, l'eau étant retenue par chacun des petits barrages successifs. Il est de plus calorifigé. Ces dispositions nouvelles ont pour effet de réduire l'atmosphère de la vapeur, d'aider à la convection, d'augmenter la température intérieure, de réduire la déperdition de calories et, comme résultat, d'obtenir à Paris un rendement comparable à Monaco, c'est-à-dire de doubler la production d'eau distillée.

L'appareil, essayé officiellement par M. BRAZIER au Parc St-Maur, sur la demande de l'Office National de la Recherche Scientifique (13 Quai d'Orsay), a donné le 19 Septembre 1941, 610 grs d'eau distillée pour $0,65 \times 0,297 = 1917$, soit $\frac{10.000}{1917} = 5,22$ et $610 \times 5,22 = 3 \text{ lit}, 184$ au m², dans la journée la plus favorable du mois.

Nous préconisons des appareils encore plus allongés et, d'autre part, de surface plus étendue, car ce modèle d'expérience, suffisant pour obtenir de l'eau distillée d'usage familial pour des besoins restreints, doit être doublé et de plus grande surface pour l'eau de boisson, surtout aux Colonies où il paraît nécessaire d'avoir au moins 4 litres d'eau de boisson par personne, et même 8 litres pour les travailleurs.

Nous devons ajouter que l'appareil est de construction entièrement métallique, car les appareils où entre du bois et même du ciment, comme ceux qui étaient installés à Fort-Saint et à Bengardone, n'ont pu résister à la détérioration et dislocation de la chaleur solaire de ces régions.

2°) Appareil distillatoire métallique sans vitres -

On reproche à l'appareil vitré d'être mis hors d'usage pour l'action du sable qui, outre sa poussière, raye la vitre et supprime la transparence. Aussi, grâce à nos observations et expériences d'hydrogénèse, avons-nous construit, sur un autre principe, un appareil complètement métallique dont le rendement est encore inférieur mais tend à se rapprocher de l'appareil à vitre, par les perfectionnements incessants que nous lui appliquons par nos propres moyens, et qui seront supérieurs quand il pourra être exécuté dans un atelier par des mains plus exercées.

Cet appareil présente un grand avantage, car, s'il y a une déperdition de chaleur du métal exposé à l'air libre, par contre la surface métallique noir-mate absorbe sans réflexion tout le rayonnement solaire. A été signalé au Centre de la Recherche. Il sera mis incessamment en construction, ainsi que les deux réflecteurs paraboliques dont j'ai parlé plus haut. - Espoir de sources d'eau artificielles à grand rendement basées sur le même principe.

Pendant le cours de cette communication, M. le Médecin-Général PASTEUR a fait passer toute la documentation (publications et dessins) concernant cette question. Après un échange de vues concernant les perspectives d'avenir du procédé de distillation par la chaleur solaire, échange de vues auquel prennent part M.M. BEAU, DIEMERT, GENISSIEU, LUTAUD, M. le Médecin-Général PASTEUR propose à ses collègues de leur montrer, à son domicile 22 rue Ballu, un appareil métallique actuellement en état de marche. Rendez-vous est pris pour le Lundi 19 Juin à 10 heures.

M. le Président remercie M. le Médecin-Général PASTEUR dont l'exposé a vivement intéressé les membres de la Section, qui ne manqueront pas de se rendre à son aimable invitation.

La séance est levée à 18 heures 45.