

70^e Année.

REVUE

1932. N° 17

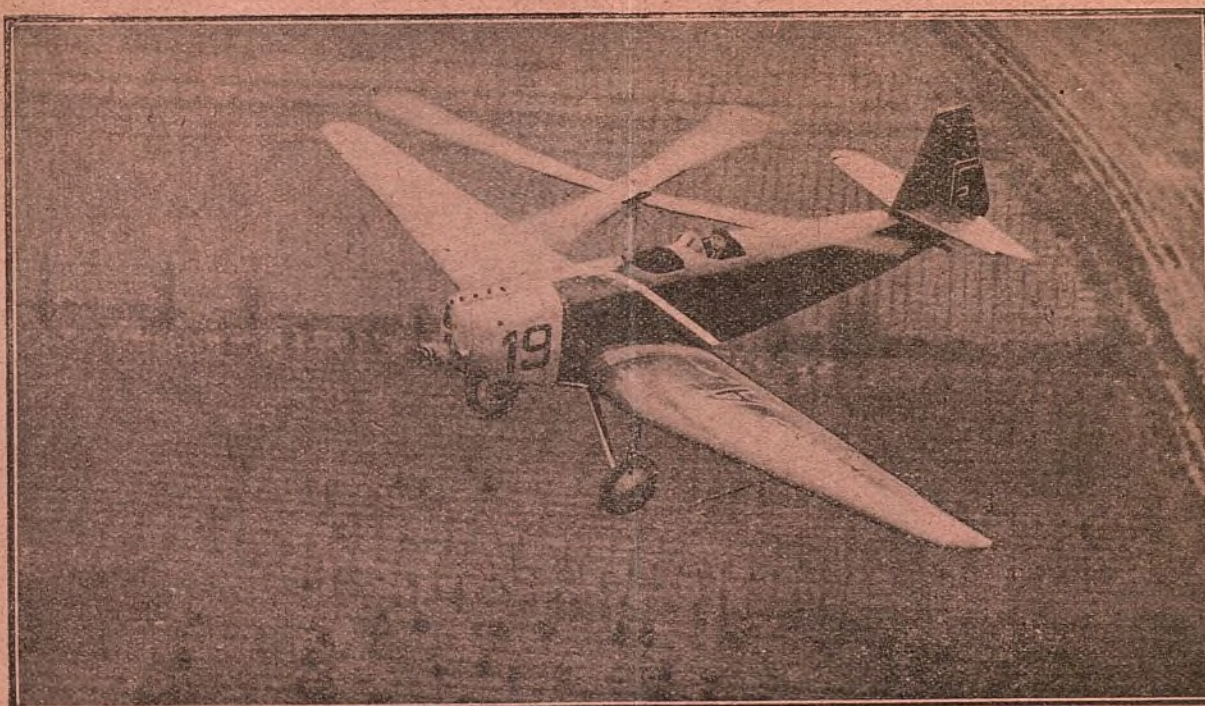


SCIENTIFIQUE

ILLUSTREE

FONDÉE EN 1863

PARAISANT LES DEUXIÈMES & QUATRIÈMES SAMEDIS DE CHAQUE MOIS



CLINOGYRE EN VOL.

SOMMAIRE DU 10 SEPTEMBRE 1932

Les Décharges électriques Atmosphériques : Etat actuel de nos connaissances sur la foudre, par **C. Dauzère**, Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi.

La Mission d'Études fruitières, en Tunisie, de **M. Robert W. Hodgson**, Professeur à l'Université de Californie, par **Fernand Laborde**, Ingénieur E.C.P.

NOTES ET ACTUALITÉS. — Physique : L'azote actif — Histoire des Sciences : Les Sciences physiques. — Aviation : Le Clinogyre.

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime : L'évolution parallèle des différents types de machine marine.

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 18 et 25 juillet 1932.

NOUVELLES.

BIBLIOGRAPHIE.

BULLETIN ECONOMIQUE.

Chèques Postaux
PARIS-4882

PRIX DU NUMERO :

France..... 3 fr. | Etranger 4 fr.

PARIS

286 BOULEVARD SAINT-GERMAIN-VI^e TEL: LITTRÉ 02-29.





REVUE SCIENTIFIQUE



ILLUSTRÉE
(REVUE ROSE)
FONDÉE EN 1863

REVUE SCIENTIFIQUE
(SEULE)

Six mois Un an

France et Colonies 38 fr. 65 fr.



REVUE SCIENTIFIQUE ET REVUE BLEUE
(RÉUNIES)

Six mois Un an

France et Colonies 58 fr. 110 fr.

Etranger :

1° Pays accordant la réduction sur le tarif postal des périodiques : Abyssinie, Albanie, Allemagne, Angola, Argentine, Autriche, Belgique et Colonies, Brésil, Bulgarie, Canada, Colombie, Cuba, Egypte, Espagne, Estonie, Ethiopie, Finlande, Grèce, Hongrie, Lettonie, Libéria, Lituanie, Luxembourg, Mexique, Pays-Bas, Perse, Pologne, Portugal et Colonies, Roumanie, Siam, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Turquie, U. R. S. S., Uruguay, Vénézuéla, Yougoslavie.

Revue Scientifique : 6 mois, 48 fr. ; 1 an, 80 fr. — Revues Scientifique et Bleue réunies : 6 mois, 75 fr. ; 1 an, 130 fr.

2° Tous autres pays :

Revue Scientifique : 6 mois, 53 fr. ; 1 an, 90 fr. — Revues Scientifique et Bleue réunies : 6 mois, 85 fr. ; 1 an, 140 fr.

On s'abonne chez tous les Libraires, dans tous les Bureaux de Poste et à l'Administration : 286, Boulevard Saint-Germain, Paris (7^e).

PRIX DU NUMÉRO : France 3 fr. — Etranger 4 fr.

Compte chèques postaux : n° 4.882 - Paris

Téléphone : LITTRÉ 02-29

POUR VOS SÉJOURS DE FIN DE SAISON DANS LES STATIONS THERMALES ET CLIMATIQUES

Les séjours de fin de saison dans les stations thermales et climatiques des Alpes, du Jura, de l'Auvergne, des Cévennes, sont des plus agréables. Au mouvement de la pleine saison succède une vie plus calme et plus douce, propice aux bonnes cures. Mais vous craignez que les frais de voyage ne soient trop élevés. Ne savez-vous donc pas qu'il est délivré pour ces stations des billets d'aller et retour à prix réduit valables 33 jours ? Ces billets comportent une forte réduction et ils permettent de revenir au point de départ par un itinéraire différent de celui du voyage d'aller.

Pour des indications plus détaillées, veuillez vous renseigner auprès des gares.

Amélioration des Services Maritimes PORT-VENDRES-ALGER

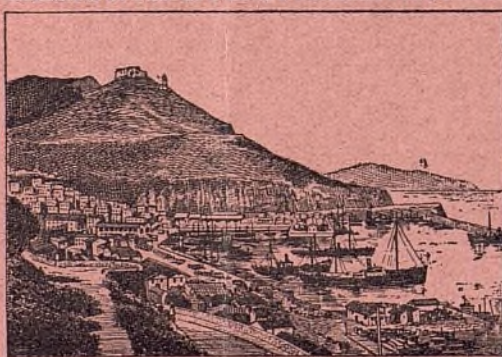
La voie la plus rapide entre Paris et Alger est celle de Paris-Quai-d'Orsay-Toulouse-Port-Vendres (traversée par les bateaux de la Compagnie de Navigation-Mixte).

Cette ligne vient d'être dotée d'un nouveau paquebot à turbines, le « El Kantara » plus rapide et plus confortable encore que ses devanciers et pourvu des dispositifs de sécurité les plus perfectionnés; il accomplit la traversée en 21 heures.

Dans le sens France-Algérie, il correspond à un train-paquebot partant de Paris-Quai d'Orsay les dimanches et jeudis soirs à 17 h. 28 (toutes classes, couchettes de 1^{re} classe et wagon-restaurent); l'arrivée à Alger a lieu le surlendemain matin à 7 h. 30. (Durée totale du voyage 38 heures).

C'est non seulement la voie la plus courte, mais celle qui traverse les eaux les mieux abritées; c'est la seule avec transbordement direct des passagers et de leurs bagages du train au paquebot sur le quai même d'embarquement.

CHEMINS de FER de PARIS à ORLÉANS et du MIDI



ORAN

Pour aller en Algérie (Oran ou Alger)

Embarquez-vous à PORT-VENDRE

(Via Paris-Quai d'Orsay, Limoges, Toulouse)

Vous passerez directement
du Train au Paquebot

Vous naviguerez moins longtemps
et dans les eaux les plus calmes

Trains rapides de toutes classes (couchettes en 1^{re} cl.)

Wagons-Lits de Paris-Quai d'Orsay
à Port-Vendres (Ville)

Billets directs et enregistrement direct des bagages
de Paris-Quai d'Orsay à Alger ou Oran et vice-versa

Renseignements aux Agencés de la Cie d'Orléans, 16, Bd des Capucines et 126, Bd Raspail. — A la Maison de France, 101, Av. des Champs-Élysées à Paris. — Aux Agencés de Voyages. R. C. Seine 88.924

REVUE BLEUE

Sommaire

du 3 Septembre 1932

HENRY JAMES. — *Daisy Miller*, Roman, traduit de l'Anglais par Mme Fournier-Pargoire.

ANDRÉ DELACOUR. — *François Fabié*.

ALBERT FLORY. — *Poèmes*.

M. BARRÉ. — *Les Exilés Russes à travers le Monde*.

VICTOR DYK. — *L'Idylle de Weimar*, Traduit du tchèque par H. Jelinek.

DUMONT-WILDEN. — *La Politique étrangère : La Crise allemande et la Politique étrangère du Reich*.

AUGUSTE DUPOUY. — *La Poésie : Selon le Rite ancien*.

ALFRED LEROY. — *Variétés : La Rencontre de Memphis et d'Athènes*.

Les Livres nouveaux.

La Quinzaine politique : Borivoïé B. Mirko-vitch : *La situation économique de la Yougoslavie en 1931*. — Jean Le François : *La Quinzaine coloniale*.

BUREAU OFFICIEL DES GRANDS RESEAUX FRANÇAIS. MAISON DU TOURISME

Les voyageurs trouvent au Bureau Officiel des Grands Réseaux français installé à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris, tous renseignements utiles en vue de leurs déplacements.

Ils peuvent y obtenir les billets de toutes catégories qui leur sont nécessaires (chemins de fer et autocars) et y louer à l'avance places de luxe places de 1^{re}, 2^e ou de 3^e classes.

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : **Paul GAULTIER**

La France Nouvelle met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale de la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesse, de l'Académie Française, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, de l'Institut. Professeur Debove, Professeur Vincent, de l'Académie de Médecine. J.-P. Belin, Editeur. Gustave Belot, Inspecteur général de l'Instruction publique. Colonel Bonvalot, Amiral Degouty, Guillet, Professeur au Conservatoire. Hébert, Lieutenant de Vaisseau. Kula, Industriel. G. Bruel, Administrateur en chef des Colonies. Abbé Calvet, Agrégé de l'Université. Victor Cambon, Ingénieur. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, Ancien Ministre du Commerce. A. Gérard, Ambassadeur de France. Ch. Gide, Professeur à l'Ecole de Droit. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, Professeur à la Faculté des Lettres. Dr Helme, Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes. Georges Hersent, Ingénieur. Georges Lecomte, ancien Président de la Société des Gens de Lettres. Maurice Legendre, R. Legouez, Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris. E. Lemonon, Emile Mosselly, Jean Mattre, Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin. Nicaise, Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich. L. Noiret, Industriel à Fourmies. Emile Paris, Inspecteur général de l'Enseignement technique. Robert Pinot, Secrétaire général du Comité des Forges. Pralon, Vice-Président du Comité des Forges. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, Professeur à la Faculté des Lettres d'Alz. M^e Henri-Robert, Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats. Villey, de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen.

La France Nouvelle paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France	25 francs
Etranger	30 —

L'abonnement à la France Nouvelle donne droit de faire partie à titre d'adhérent à l'Union Française, Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VII^e)

ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE



REVUE SCIENTIFIQUE



ILLUSTRÉE
(REVUE ROSE)
FONDÉE EN 1863

REVUE SCIENTIFIQUE
(SEULE)

Six mois Un an

France et Colonies 38 fr. 65 fr.



REVUE SCIENTIFIQUE ET REVUE BLEUE
(RÉUNIES)

Six mois Un an

France et Colonies 58 fr. 110 fr.

Etranger :

1° Pays accordant la réduction sur le tarif postal des périodiques : Abyssinie, Albanie, Allemagne, Angola, Argentine, Autriche, Belgique et Colonies, Brésil, Bulgarie, Canada, Colombie, Cuba, Egypte, Espagne, Estonie, Ethiopie, Finlande, Grèce, Hongrie, Lettonie, Libéria, Lithuanie, Luxembourg, Mexique, Pays-Bas, Perse, Pologne, Portugal et Colonies, Roumanie, Siam, Suède, Suisse, Tchécoslovaquie, Turquie, U. R. S. S., Uruguay, Vénézuéla, Yougoslavie.

Revue Scientifique : 6 mois, 48 fr. ; 1 an, 80 fr. — *Revue Scientifique et Bleue réunies* : 6 mois, 75 fr. ; 1 an, 130 fr.

2° Tous autres pays :

Revue Scientifique : 6 mois, 53 fr. ; 1 an, 90 fr. — *Revue Scientifique et Bleue réunies* : 6 mois, 85 fr. ; 1 an, 140 fr.

On s'abonne chez tous les Libraires, dans tous les Bureaux de Poste et à l'Administration : 286, Boulevard Saint-Germain, Paris (7^e).

PRIX DU NUMÉRO : France 3 fr. — Etranger 4 fr.

Compte chèques postaux : n° 4.882 - Paris

Téléphone : LITTRÉ 02-29

POUR VOS SÉJOURS DE FIN DE SAISON DANS LES STATIONS THERMALES ET CLIMATIQUES

Les séjours de fin de saison dans les stations thermales et climatiques des Alpes, du Jura, de l'Auvergne, des Cévennes, sont des plus agréables. Au mouvement de la pleine saison succède une vie plus calme et plus douce, propice aux bonnes cures. Mais vous craignez que les frais de voyage ne soient trop élevés. Ne savez-vous donc pas qu'il est délivré pour ces stations des billets d'aller et retour à prix réduit valables 33 jours ? Ces billets comportent une forte réduction et ils permettent de revenir au point de départ par un itinéraire différent de celui du voyage d'aller.

Pour des indications plus détaillées, veuillez vous renseigner auprès des gares.

Amélioration des Services Maritimes PORT-VENDRES-ALGER

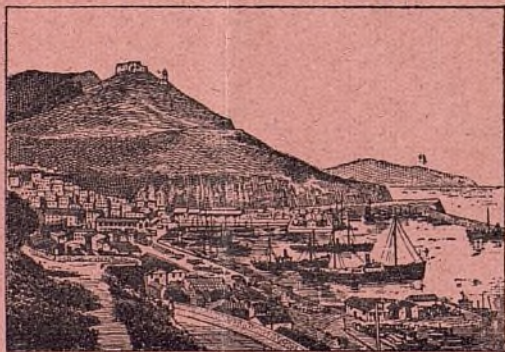
La voie la plus rapide entre Paris et Alger est celle de Paris-Quai-d'Orsay-Toulouse-Port-Vendres (traversée par les bateaux de la Compagnie de Navigation-Mixte).

Cette ligne vient d'être dotée d'un nouveau paquebot à turbines, le « El Kantara » plus rapide et plus confortable encore que ses devanciers et pourvu des dispositifs de sécurité les plus perfectionnés ; il accomplit la traversée en 21 heures.

Dans le sens France-Algérie, il correspond à un train-paquebot partant de Paris-Quai d'Orsay les dimanches et jeudis soirs à 17 h. 28 (toutes classes, couchettes de 1^{re} classe et wagon-restauration) ; l'arrivée à Alger a lieu le surlendemain matin à 7 h. 30. (Durée totale du voyage 38 heures).

C'est non seulement la voie la plus courte, mais celle qui traverse les eaux les mieux abritées ; c'est la seule avec transbordement direct des passagers et de leurs bagages du train au paquebot sur le quai même d'embarquement.

CHEMINS de FER de PARIS à ORLÉANS et du MIDI



ORAN

Pour aller en Algérie (Oran ou Alger)

Embarquez-vous à PORT-VENDRE
(Via Paris-Quai d'Orsay, Limoges, Toulouse)

*Vous passerez directement
du Train au Paquebot*

*Vous naviguerez moins longtemps
et dans les eaux les plus calmes*

Trains rapides de toutes classes (couchettes en 1^{re} cl.)

Wagons-Lits de Paris-Quai d'Orsay
à Port-Vendre (Ville)

Billets directs et enregistrement direct des bagages
de Paris-Quai d'Orsay à Alger ou Oran et vice-versa

Renseignements aux Agences de la Cie d'Orléans, 16, Bd des Capucines et 126, Bd Raspail. — A la Maison de France, 101, Av. des Champs-Élysées à Paris. — Aux Agences de Voyages. R. C. Seine 88.928

REVUE BLEUE

Sommaire du 3 Septembre 1932

HENRY JAMES. — *Daisy Miller*, Roman, traduit de l'Anglais par Mme Fournier-Pargoire.
ANDRÉ DELACOUR. — *François Fabié*.
ALBERT FLORY. — *Poèmes*.
M. BARRÉ. — *Les Exilés Russes à travers le Monde*.
VICTOR DYK. — *L'Idylle de Weimar*, Traduit du tchèque par H. Jelinek.
DUMONT-WILDEN. — *La Politique étrangère : La Crise allemande et la Politique étrangère du Reich*.
AUGUSTE DUPOUY. — *La Poésie : Selon le Rite ancien*.
ALFRED LEROY. — *Variétés : La Rencontre de Memphis et d'Athènes*.
Les Livres nouveaux.
La Quinzaine politique : Borivoïé B. Mirkovitch : *La situation économique de la Yougoslavie en 1931*. — Jean Le François : *La Quinzaine coloniale*.

BUREAU OFFICIEL DES GRANDS RESEAUX FRANÇAIS. MAISON DU TOURISME

Les voyageurs trouvent au Bureau Officiel des Grands Réseaux français installé à la Maison du Tourisme, 53, avenue George-V, à Paris, tous renseignements utiles en vue de leurs déplacements.

Ils peuvent y obtenir les billets de toutes catégories qui leur sont nécessaires (chemins de fer et autocars) et y louer à l'avance places de luxe places de 1^{re}, 2^e ou de 3^e classes.

LA FRANCE NOUVELLE

Revue de la Vie économique Française

Directeur : **Paul GAULTIER**

La France Nouvelle met ses lecteurs au courant de la Vie économique, agricole, industrielle, commerciale, financière et sociale de la France.

PRINCIPAUX COLLABORATEURS :

Jean Aicard, Louis Barthou, Henri Bergson, Emile Boutroux, René Boylesse, de l'Académie Française, Albert Besnard, Charles Benoist, Ch. Diehl, E. Le Roy, Imbart de la Tour, Painlevé, Edmond Perrier, Abbé Sertillanges, de l'Institut. Professeur Debove, Professeur Vincent, de l'Académie de Médecine. J.-P. Belin, Editeur. Gustave Belot, Inspecteur général de l'Instruction publique. Colonel Bonvalot, Amiral Degouy, Guillet, Professeur au Conservatoire. Hébert, Lieutenant de Vaisseau. Kula, Industriel. G. Bruel, Administrateur en chef des Colonies. Abbé Calvet, Agrégé de l'Université. Victor Cambon, Ingénieur. Jean Chantavoine, Jacques de Coussange, Paul Delombre, Ancien Ministre du Commerce. A. Gérard, Ambassadeur de France. Ch. Gide, Professeur à l'Ecole de Droit. Charles Géniaux, Dr Paul Godin, Haumant, Professeur à la Faculté des Lettres. Dr Helme, Directeur-Adjoint à l'Ecole des Hautes-Etudes. Georges Hersent, Ingénieur. Georges Lecomte, ancien Président de la Société des Gens de Lettres. Maurice Legendre, R. Legouez, Ingénieur, Membre de la Chambre de Commerce de Paris. E. Lemonon, Emile Mosselly, Jean Mattre, Industriel, Conseiller général du Haut-Rhin. Nicaise, Administrateur-Délégué de la Cie Lorraine-Diétrich. L. Noiret, Industriel à Fourmies. Emile Paris, Inspecteur général de l'Enseignement technique. Robert Pinot, Secrétaire général du Comité des Forges. Pralon, Vice-Président du Comité des Forges. A. Renucci, Firmin Roz, J.-E. Spenlé, Professeur à la Faculté des Lettres d'Aix. M^e Henri-Robert, Ancien Bâtonnier de l'Ordre des Avocats. Villey, de l'Institut, Doyen de la Faculté de Droit de Caen.

La France Nouvelle paraît tous les mois.

PRIX DE L'ABONNEMENT :

France	25 francs
Etranger	30 —

L'abonnement à la France Nouvelle donne droit de faire partie à titre d'adhérent à l'Union Française, Association Nationale pour l'expansion morale et matérielle de la France.

286, Boulevard Saint-Germain, PARIS (VII^e)

ENVOI D'UN SPECIMEN SUR DEMANDE

REGIE FRANÇAISE DES TABACS

CAISSE AUTONOME D'AMORTISSEMENT

CAMPEONES



POUR VOS EXCURSIONS EN FORET DE FONTAINEBLEAU.

Vous quittez le train, le matin, à Bois-le-Roi, Fontainebleau, Thomery ou Moret, pour excursionner en forêt et vous vous croyez tenu, ayant un billet d'aller et retour, de reprendre le train à la gare où vous êtes descendu.

Vous n'êtes pas obligé de le faire. Après votre excursion et moyennant un léger supplément, si le parcours est plus long, vous pourrez partir de la gare la plus proche, même d'une gare de la rive droite de la Seine : Vulaines, Héricy, Fontaine-le-Port, etc.

Service automobile entre Montluçon et Nérès-les-Bains, du 15 mai au 2 octobre 1932. — En correspondance avec les trains express et rapides.

Il est organisé, pendant la saison thermale, un service de correspondance-voyageurs par voitures automobiles entre Montluçon et Nérès-les-Bains (6 voyages aller et retour par jour en semaine et 7 les samedis, dimanches, veilles et jour de fêtes).

Prix par place. Voyage simple, 3 fr. ; voyage aller et retour 5 francs.

Cartes spéciales hebdomadaires pour le premier voyage quotidien en semaine de Nérès à Montluçon, 12 francs.

Billets directs et enregistrement direct des bagages au départ de Paris, des gares de la région de Nérès-les-Bains et des principales gares du réseau d'Orléans pour Nérès et de Nérès pour toutes les gares du réseau.

Franchise de transport pour les bagages jusqu'à 10 kgs par voyageur ; au-delà, le surplus sera taxé à raison de 0.50 par fraction indivisible de 10 kgs avec minimum de perception de 1 fr. par colis (non compris les droits d'enregistrement et de timbre).

L'Amérique du Sud via Bordeaux

Les relations avec l'Amérique du Sud via Bordeaux, déjà organisées de manière à donner aux voyageurs le maximum de confort et le minimum de dérangement, vont bénéficier d'une nouvelle amélioration par la mise en service sur les lignes de l'Amérique du Sud du nouveau paquebot de grand luxe L'Atlantique.

Ce navire, l'un des plus grands lancés depuis la guerre, déplace 40.000 tonnes, il a une longueur de 227 mètres et une largeur de 30 mètres. Il est propulsé par des turbines alimentées par des chaudières chauffant au mazout.

Doté des appareils de navigation et instruments de bord les plus modernes, il a reçu un aménagement et une décoration qui en font un palais flottant.

Il peut recevoir 1.280 passagers, qui trouvent à bord des distractions de toute nature. Par son luxe et son confort, l'Atlantique sera, plus qu'un moyen de transport, un ambassadeur du goût et du génie français.

Sur présentation d'un billet de passage des Compagnies Sud-Atlantique, et Chargeurs Réunis, conjointement avec un billet de chemin de fer pour Bordeaux, les bagages sont, après visite par la Douane, enregistrés directement à Paris-Quai d'Orsay, pour la destination définitive. Cet enregistrement est fait la veille du jour fixé pour le départ de Bordeaux des paquebots.

Les trains transatlantiques mis en marche spécialement arrivent au quai d'embarquement d'où le transbordement au paquebot se fait directement.

Dans le sens inverse, les bagages à destination de Paris peuvent être enregistrés directement à bord du paquebot avant son arrivée à Bordeaux. La visite de ces bagages par la douane n'a lieu qu'à la gare de Paris-Quai d'Orsay et le transbordement est également direct du paquebot au train.

AUTOCARS P.-O.

Les voyageurs peuvent obtenir, dans les gares de la Compagnie d'Orléans désignées ci-après, des coupons provisoires pour tous les circuits automobiles organisés sur le Réseau d'Orléans :

Agen, Albi-Orléans, Angers, Angoulême, Aurillac, Argenton-sur-Creuse, Auray, Bergerac, Blois, Bordeaux-Bastide, Bordeaux-St-Jean, Bort, Bourges, Brive, Cahors, Châteaudun, Châteauroux, Châtelleraut, Clermont-Ferrand, Coutras, Figeac, Guéret, Issoudun, La Baule-Escoublac, La Bourboule, La Flèche, Le Croisic, Le Mans, Le Poulignen, Le Mont-Dore, Libourne, Lamoignon-Bénédictins, Lorient, Montauban, Montluçon, Moulins, Nantes-Orléans, Orléans, Paris (toutes gares du P.-O.), Périgueux, Poitiers, Pontivy, Quiberon, Quimper, Redon, Rocamadour, Rodez, Royat, Saint-Nazaire, Saint-Rémy-les-Chevreuses, Sarlat, Saumur-Orléans, Souillac, Tours, Tulle, Ussel, Uzerche, Vannes, Vendôme, Vierzon, Volvic.

Ces coupons peuvent être délivrés également dans les agences de la Compagnie d'Orléans, 16, boulevard des Capucines et 126, boulevard Raspail, de même qu'à la « Maison de France », 101, avenue des Champs-Élysées, à Paris.

Des billets définitifs sont remis aux voyageurs en échange desdits coupons provisoires, au moment de monter en autocar.

Dans chaque gare désignée ci-dessus, la vente des coupons d'autocar afférents à des circuits ne partant pas de cette gare ou d'une localité servie par cette gare, est arrêtée 48 heures avant le départ de chaque circuit d'une journée ou d'une demi-journée et 8 jours avant le départ des circuits de plus d'un jour.

La délivrance des coupons provisoires présente pour les voyageurs le grand intérêt qu'il leur permet de retenir en même temps leur place à l'avance dans l'autocar, dont le nombre de places est limité (droit de location : 2 francs).

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER

MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR EN CHEF
JULES BAILLAUD

ASTRONOME-TITULAIRE À L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 17

70^e ANNÉE

10 SEPTEMBRE 1932

LES DECHARGES ELECTRIQUES ATMOSPHERIQUES

(Etat actuel de nos connaissances sur la foudre) (1)

par C. DAUZÈRE

Directeur de l'Observatoire du Pic du Midi

L'étude des phénomènes électriques date du XVIII^e siècle ; elle fut marquée dès le début par une découverte sensationnelle faite par Franklin en 1752 : celle de l'identité entre la foudre et une décharge électrique. Le caractère pratique de la découverte se manifesta, aussitôt après, par l'invention du paratonnerre.

L'importance de cette œuvre géniale a été méconnue. La raison de cet injuste oubli est la lenteur du développement de nos connaissances sur les décharges électriques atmosphériques. Tandis que, dans les autres branches de l'électricité, d'immenses progrès ont été accomplis au cours du XIX^e siècle, les travaux relatifs à la foudre ont été complètement délaissés. Ils n'ont retrouvé quelque faveur dans le monde scientifique qu'au début du XX^e siècle, sous l'influence de préoccupations pratiques et de découvertes nouvelles.

Les préoccupations pratiques se sont imposées à la suite du développement énorme des lignes électriques et de la multiplication des accidents dus à la foudre qui en est résulté. Les lignes

électriques n'attirent pas la foudre, comme nous le verrons, mais elles l'enregistrent avec une fidélité parfaite et la transportent loin du point de chute jusqu'à l'intérieur des habitations. Les destructions de matériel et les électrocutions mortelles ainsi produites sont devenues très fréquentes ; elles constituent un danger redoutable, qui serait susceptible de compromettre les progrès de l'industrie électrique, si aucun moyen n'existait pour les éviter. La recherche de ces moyens a conduit les électriciens à étudier la foudre, principalement son action sur les lignes électriques.

Les découvertes nouvelles, qui ont ramené l'attention des physiciens sur les décharges électriques atmosphériques, sont celles de l'ionisation des gaz et des théories corpusculaires de l'électricité. D'après ces théories, une décharge électrique résulte du transport, sous l'action d'un champ électrique très intense, d'ions positifs et négatifs qui possèdent tous la même charge ($e = 4,77 \times 10^{-10}$ U.E.S.) et ont des masses variables très petites. *L'éclair, qui n'est autre chose qu'une décharge électrique, consiste donc essentiellement dans un transport d'ions, qui s'effectue avec une vitesse énorme, par un chemin très étroit.* Cette loi fondamentale cons-

(1) Conférence faite au Conservatoire des Arts-et-Métiers le 3 juin 1932.

titue le développement naturel des idées de Franklin ; c'est le progrès le plus important qui ait été réalisé depuis son époque au sujet de la foudre.

Les deux sortes de préoccupations que nous venons d'indiquer ont déterminé depuis une trentaine d'années des recherches assez nombreuses, qui ont fait progresser sensiblement nos connaissances sur la foudre et les décharges électriques atmosphériques. Parmi ces travaux, nous mettrons en première ligne, ceux de deux physiciens anglais, G. C. Simpson (1) et C. T. R. Wilson (2), dont les conceptions opposées ont fait l'objet de nombreuses discussions et ont provoqué de nouvelles recherches. Nous citerons également les travaux de H. Norinder (3), en Suède, de B. Walter (4), en Allemagne. En France, l'étude de la foudre en boule, effectuée par M. Mathias (5), a attiré dans ces dernières années l'attention des physiciens. L'action de la foudre sur les lignes électriques a été l'objet de nombreuses recherches, dont les plus connues sont celles de MM. F. W. Peek (6), Peters (7), Fortescue (8), en Amérique, K. Berger (9) en Suisse, Mauduit (10) et Ch. Ledoux (11) en France.

La foudre n'est pas la seule décharge électrique observée dans l'atmosphère. Il se produit aussi des décharges lentes, telle que la déperdition de la charge d'un conducteur, sous l'action des ions de l'atmosphère environnante. Cette décharge devient plus rapide dans le cas d'une pointe métallique placée dans le champ d'un nuage orageux ; elle se manifeste dans l'obscurité par une aigrette lumineuse, à laquelle on donne le nom de « feu St-Elme ». L'effet de « couronne », qui se produit autour d'une ligne à haute tension, parcourue par un courant alternatif, est un phénomène analogue. Toutes ces décharges résultent d'un transport d'ions, mais la vitesse de transport est incomparablement plus faible que dans le cas de la foudre. Nous laisserons de côté, dans cette conférence, ces décharges lentes, de même que « la foudre en boule », et nous porterons notre étude sur l'éclair ordinaire, qui est de beaucoup la plus importante des décharges électriques atmosphériques. Cependant, il existe une catégorie de décharges remarquablement simples, dont nous dirons quelques mots, comme préambule à l'étude plus difficile de la foudre ; c'est le transport d'électricité entre les nuages et le sol terrestre par les précipitations atmosphériques : pluie, neige, grêle.

*
**

L'électrisation des gouttes de pluie est un phénomène connu depuis longtemps ; cependant, il n'a fait l'objet de mesures précises que

depuis une quarantaine d'années seulement. La méthode habituellement suivie consiste à recevoir la pluie dans un pluviomètre isolé du sol, auquel les gouttes de pluie cèdent leurs charges. Celles-ci sont mesurées par un électromètre réuni au pluviomètre, pendant que ce dernier mesure l'intensité de la pluie. Des précautions doivent être prises pour protéger le pluviomètre contre l'influence du champ terrestre et contre l'éclaboussement des gouttes de pluie sur les objets voisins, qui apporteraient des charges parasites.

Nous ne décrirons pas les expériences faites par divers physiciens en des stations très éloignées les unes des autres : Elster et Geitel (12) en Allemagne, G. C. Simpson à Simla, Kähler et Schindelhauer (13) à Potsdam, Baldit (14) au Puy, Mac Clellan et Nolan (15) à Dublin. Les résultats fondamentaux ont été donnés par Simpson et confirmés par les observateurs que nous venons de citer :

1° *Les pluies transportant des charges positives sont plus fréquentes et plus abondantes que celles qui transportent des charges négatives.*

2° La charge par cm³ de pluie varie d'habitude entre 0 et 1 U.E.S. pour les pluies ordinaires, entre 2 et 4 U.E.S. pour les pluies orageuses, mais elle peut atteindre des valeurs plus grandes allant jusqu'à 40 U.E.S. Les charges les plus fortes ont été fournies par des pluies négatives de faible intensité.

3° Si nous considérons en particulier un nuage orageux, la partie antérieure du nuage donne des pluies de grande intensité, formées de grosses gouttes positives, la partie postérieure fournit, au contraire, des pluies à gouttes plus fines électrisées négativement. Il semble donc qu'il y ait dans le nuage deux régions de polarité différente, selon l'expression de C. T. R. Wilson ; d'après lui, le pôle positif serait au sommet A (fig. 1, a), le pôle négatif à la base BC. Simpson admet, au contraire, que le pôle positif est à la base et à la partie antérieure B (fig. 1, b), le pôle négatif à l'arrière et au sommet du nuage, AC.

*
**

Quelle est l'origine des charges électriques des précipitations ? Il semble naturel d'admettre qu'elle résulte de la formation même des nuages. Ceux-ci sont constitués par de très petites goutelettes sphériques, dont le rayon est voisin de 0 mm. 01. Ces goutelettes se sont formées pour la plupart autour des ions fonctionnant comme germes de condensation ; elles sont donc électrisées et possèdent une charge positive ou négative égale à la charge d'un ion ; mais un calcul simple montre que ces charges

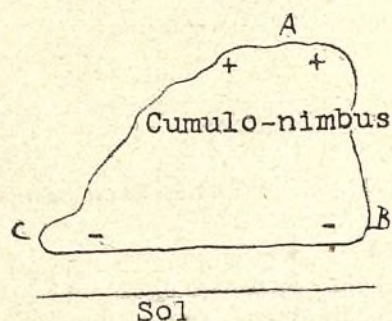
sont trop faibles pour qu'il soit possible d'expliquer ainsi l'électrisation relativement forte de la pluie.

C'est pourquoi on a imaginé diverses théories, dont la plus connue est celle de Simpson. Nous allons la résumer brièvement. Le courant d'air ascendant de grande vitesse, qui règne au sein du cumulo-nimbus, provoque la rupture des grosses gouttes, de diamètre supérieur à 5 mm., qui sont maintenues en suspension dans la région B où le courant d'air a sa plus grande violence (fig. 1). Simpson a démontré, par des expériences de laboratoire, que cette rupture est accompagnée d'une production d'électricité : des charges négatives sont cédées à l'air sous forme d'ions, des charges positives sont prises

la charge négative de la partie supérieure du nuage paraît invraisemblable.

C'est pourquoi (16), j'ai essayé de compléter la théorie de Simpson, en faisant intervenir les propriétés des nuages élevés, des « cirrus », comme on les appelle.

On sait que les cirrus sont formés par de petits cristaux de glace, à une altitude de 6 à 10 kilomètres, où règne une température très basse. Ces petits cristaux sont électrisés, d'après M. Brillouin (18), par l'action des rayons solaires ultra-violets, qui leur fait perdre des électrons (car la glace sèche est photoélectrique) et leur donne une charge positive ; l'action se poursuit jusqu'à ce que leur potentiel surpasse de 2 volts celui de l'atmosphère am-



a. — Polarité d'un nuage orageux d'après C.T.R. Wilson.

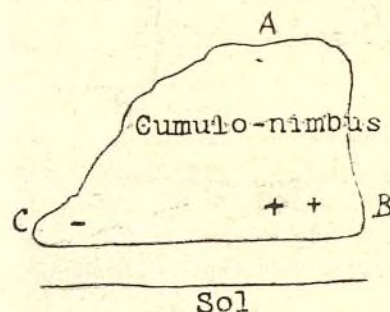


Fig. 1

b. — Polarité d'un nuage orageux d'après G.C. Simpson.

par les fragments des gouttes ; les quantités d'électricité ainsi produites sont indépendantes de celles qui existaient antérieurement sur les gouttes. Les fragments positifs doivent à leur charge la propriété de grossir rapidement, par collision avec les gouttelettes, d'après lord Rayleigh ; ils restent dans la région B, où ils subissent une nouvelle rupture, avec augmentation de charge, dès que leur diamètre atteint 5 mm., et ainsi de suite, de telle sorte que des grosses gouttes positives fortement chargées s'accumulent dans cette région B ; elles tombent dès que la vitesse du courant d'air se ralentit, en donnant des pluies positives. Les ions négatifs sont emportés par le mouvement ascendant vers les parties les plus hautes et vers l'arrière du nuage, en A et C ; ils se fixent sur des gouttelettes, qui peuvent s'agglomérer pour donner des gouttes chargées négativement ; ces dernières tombent sous forme de pluie fine, car le courant d'air est trop faible dans ces régions pour soutenir des grosses gouttes.

Simpson a montré par le calcul que cette théorie permet de rendre compte de l'ordre de grandeur des charges de la pluie. Cependant, elle n'a pas été admise par tous les physiciens ; on ne voit pas trop, en effet, d'où viennent les grosses gouttes qui doivent subir la rupture, et

biante. Lorsque ces cristaux s'évaporent, la couche d'air où ils se trouvent reste électrisée positivement ; c'est à une telle charge d'espace qu'on peut attribuer l'augmentation du gradient de potentiel, entre 8 et 10 kilomètres, que les expériences de M. Idrac (19), ont mise récemment en évidence.

Dans un nuage orageux, le courant d'air ascendant porte au niveau des cirrus des gouttelettes en surfusion. Le contact de ces gouttelettes avec les cristaux de glace détermine leur congélation immédiate et la formation de grêlons, d'après L. Dufour (20). Ce contact est favorisé par les charges électriques des deux sortes de particules ; les gouttelettes négatives surfondues, dont la charge est celle d'un ion, sont attirées en grand nombre par un de ces cristaux de glace. Si le cristal a perdu n électrons, il peut attirer au maximum n gouttelettes et le petit grêlon formé est à l'état neutre ; mais à la partie supérieure du nuage où il se trouve, il est rechargé par les rayons du soleil et attire de nouvelles gouttelettes. Il grossit ainsi jusqu'à ce que son poids devienne supérieur à la force du courant d'air vertical qui le soutient ; il tombe alors à l'intérieur du nuage. Si la chute se produit avant que la neutralisation ne soit complète, il emporte vers le bas une charge

positive plus ou moins grande. Il fond le plus souvent avant d'arriver au sol en donnant une grosse goutte de pluie positive, qui parvient dans la région B du nuage, où elle peut subir la rupture par le courant d'air ascendant. La charge de cette région résulte alors de deux actions concordantes : transport des charges positives des cirrus par les grêlons fondus d'une part, rupture des gouttes par le mécanisme de Simpson, d'autre part.

La polarité qui résulte de cette théorie pour le nuage orageux est alors représentée par la figure ci-contre (fig. 2) : le pôle positif est formé

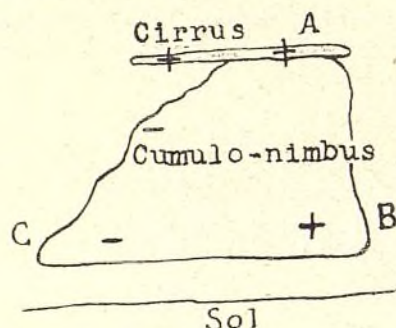


Fig. 2

Polarité d'un nuage orageux d'après C. Dauzère.

par la partie antérieure et le sommet du nuage (y compris le cirrus), le pôle négatif par la partie postérieure. Le développement de la théorie permet d'expliquer, dans tous les cas, comme je l'ai montré ailleurs, la formation des pluies orageuses ou non et de leur charge, la formation de la grêle et les diverses particularités de ces phénomènes. Malgré le caractère conjectural qu'elle présente, elle peut donc servir à guider des recherches nouvelles.

D'après Simpson, l'origine de l'électricité des éclairs est la même que celle des charges de la pluie. On comprend donc l'importance des théories précédentes pour l'explication des phénomènes de la foudre.

On n'est pas d'accord, avons-nous dit, sur la position des pôles positif et négatif du cumulo-nimbus ; mais on admet que les éclairs partent de l'un ou de l'autre. Pour qu'un éclair prenne naissance, il faut que le gradient de potentiel autour de l'un des pôles prenne une valeur supérieure au champ explosif, qui est de 3.000.000 de volts par mètre environ, dans l'air à la pression atmosphérique, d'après Wilson. Il suffit d'ailleurs que cette valeur soit atteinte en un point seulement ; à partir de ce point, les ions positifs ou négatifs selon le cas, sont lancés dans la direction du champ et prennent sous l'action de celui-ci une très grande vitesse. Le choc de

ces ions sur les molécules d'air détermine l'ionisation de ces dernières ; les ions de même signe que le nuage sont entraînés dans la direction du champ, les ions de signe contraire sont attirés vers lui (fig. 3). Tout se passe comme

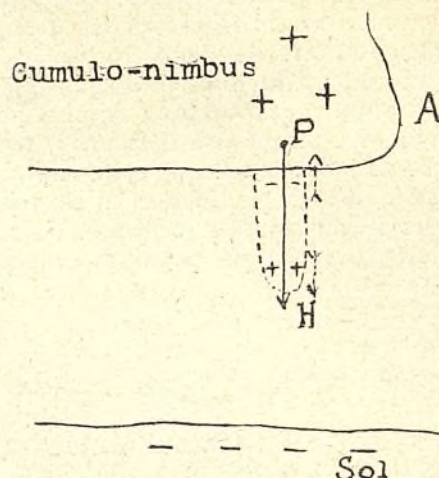


Fig. 3. — Mécanisme de propagation de l'éclair.

si la charge du nuage se rapprochait du sol ; le champ se trouve augmenté entre les deux et l'ionisation par choc se poursuit. L'éclair fait ainsi son chemin dans l'air progressivement, jusqu'à une très grande distance du point de départ. Il est évident que son passage est facilité par l'ionisation préalable de l'air, c'est-à-dire par la richesse des masses d'air rencontrées à la fois en ions de deux signes. Si l'une de ces masses renferme un grand excès d'ions de même signe que ceux du nuage, le champ est évidemment diminué et la propagation tend à s'arrêter. Au contraire, si le canal ionisé de l'éclair rencontre sur son chemin une masse d'air, dans laquelle les ions de signe contraire à celui du nuage sont surabondants, le champ est augmenté à l'extrémité du canal et la propagation favorisée. Ceci explique les sinuosités du chemin suivi par l'éclair, qui est déterminé, en définitive, par l'état d'ionisation des masses d'air rencontrées, lesquelles sont distribuées dans l'air de façon tout à fait irrégulière. D'une manière générale, on peut dire que l'éclair suit dans l'air le chemin le plus ionisé, c'est-à-dire le plus conducteur.

On disait autrefois que l'éclair suit une ligne de force le long de laquelle l'intensité du champ est maxima ; il n'y a pas contradiction entre les deux idées, à condition d'admettre que le champ dont il s'agit est le champ actuel, créé par l'éclair lui-même à mesure qu'il se propage ; il se confond parfois en certains points avec le champ statique qui existait avant le passage de l'éclair, mais ce serait une erreur très grande de croire que les deux champs se con-

fondent toujours. Par exemple, quand un conducteur est placé dans le champ très intense

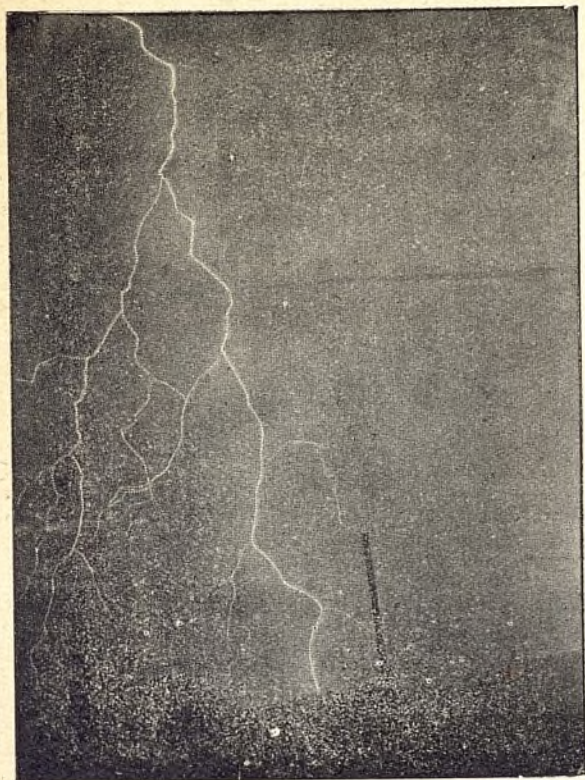


Fig. 4. — Photographie d'un éclair d'après B. Walter.

d'un nuage orageux, il est soumis à l'influence des pôles B ou C et le champ statique est plus élevé entre les deux que dans les régions voisines ; donc les masses métalliques, les lignes électriques, les sols bons conducteurs devraient attirer la foudre. L'expérience a montré qu'une telle attraction est généralement inexistante, parce que le champ créé par l'éclair autour de

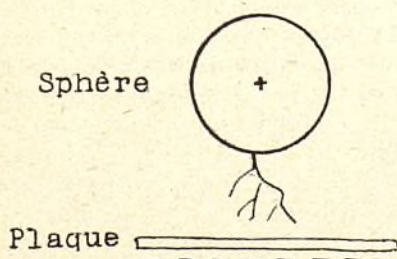


Fig. 5. — Expérience de Simpson.

ces corps est bien différent, en général, du champ statique.

Ce que nous venons de dire est indépendant du signe du pôle d'où l'éclair est parti. D'après Simpson, ce signe est toujours positif, car le

canal ionisé dont nous avons parlé ne peut se continuer si les ions lancés primitivement par le nuage sont négatifs, à cause de la mobilité extrême de ces ions (ce sont, en réalité, des électrons), qui les fait se disperser de tous côtés et les empêche de former un canal. Il en résulte que l'éclair transporte toujours des ions positifs loin du pôle du nuage où il a pris son origine, d'après Simpson.

*
**

Les considérations théoriques qui précèdent vont nous servir de guide dans l'étude expérimentale de la foudre ; cette étude est difficile et dangereuse et l'on doit admirer le courage des savants du XVIII^e siècle, tels que Franklin et de Romas, qui exposaient leur vie dans de pareilles recherches. C'est pourquoi la plupart des observations ont été faites de loin ; les tentatives de captage de l'électricité des nuages, à l'aide d'un cerf-volant, n'ont pas été renouvelées à ma connaissance. Dans ces derniers mois, le Directeur de l'O.N.M. annonçait bien son intention d'envoyer dans les nuages orageux des ballons sondes portant des appareils enregistreurs ; les tentatives qu'il a faites jusqu'ici n'ont pas eu de résultats, aucun des ballons lancés n'est revenu.

Un rôle important peut être rempli, au point de vue qui nous occupe par les Observatoires de montagne. C'est parce que je dirige l'un d'eux que j'ai eu l'occasion d'observer souvent au Pic du Midi (à 2.860 mètres d'altitude), l'évolution d'un orage, et que j'ai compris l'intérêt puissant qui s'attache à de telles études. En conséquence j'ai entrepris, au Pic du Midi et à Bagnères (560 mètres), l'organisation de deux stations bien outillées pour l'étude des orages ; malgré les difficultés des constructions en montagne, les deux installations sont en partie réalisées ; elles serviront prochainement, je l'espère, à des recherches fructueuses.

Pour connaître les phénomènes orageux d'une manière complète, il ne suffit pas de les étudier au moment où ils se produisent ; il faut aussi rechercher la préparation progressive dans l'atmosphère de ce qu'on appelle l'état orageux. A cet effet, il faut effectuer la mesure, et mieux l'enregistrement de toutes les grandeurs qui caractérisent l'état de l'atmosphère (pression, température, état hygrométrique, vent, nébulosité) et surtout des grandeurs électriques (intensité du champ, ionisation et conductibilité de l'air, charge électrique des précipitations). Ces mesures doivent être faites avant, pendant et après l'orage ; en outre, on doit observer et chronométrer tous les phénomènes accidentels, tels que les éclairs, les coups de tonnerre, les grêles s'il s'en produit.

Les expériences effectuées au laboratoire ou à une station déterminée ne suffisent pas. Les investigations doivent être étendues à toute la région couverte par l'orage. Les observations faites dans une série de stations, distribuées sur son trajet, seraient très utiles, mais les stations météorologiques sont peu nombreuses, et l'on devra se contenter le plus souvent des renseignements fournis par des personnes étrangères à la Science, dont les affirmations devront être soumises à une critique sérieuse. Cependant, on obtient par cette voie des informations généralement exactes sur la marche de l'orage, sur les objets frappés par la foudre, sur les territoires ravagés par la grêle. On doit compléter ces informations, quand la chose est possible, par une visite des lieux atteints et par des enquêtes sur les effets observés et les dégâts produits ; on doit observer la nature du sol et se rendre compte par quelques mesures sommaires des propriétés électriques du terrain.

Dans les études dont nous venons de tracer le programme, on se laissera guider par l'identité entre la foudre et une décharge électrique ; on recherchera donc comment les propriétés connues des décharges artificielles, éclatant entre deux électrodes métalliques, s'appliquent à l'éclair. On tiendra compte de ce fait que l'assimilation des deux phénomènes ne peut être complète, parce que les nuages ne se comportent pas comme les électrodes métalliques ; ce ne sont pas des corps conducteurs, et le champ électrique est loin d'être nul à l'intérieur, où il prend, au contraire, une très grande intensité.

On a essayé de reproduire artificiellement les phénomènes de la foudre à l'aide d'étincelles fournies par des générateurs à très haute tension ; nous verrons, en effet, que les tensions d'éclatement de la foudre sont de l'ordre de plusieurs millions de volts. Ces générateurs sont constitués par des condensateurs que l'on monte en série, après les avoir chargés en quantité à l'aide d'une force électromotrice relativement faible (100.000 volts). On a réalisé ainsi en Amérique des assemblages donnant jusqu'à 3.500.000 volts, qui fournissent des étincelles de grande longueur, dont les effets sont comparables jusqu'à un certain point à ceux de la foudre.

On peut se demander, tout d'abord, à quelle sorte d'étincelle on doit comparer l'éclair. On sait que, lorsqu'une étincelle éclate dans un circuit, la décharge est apériodique ou oscillatoire, selon le signe de l'expression $R^2 - 4 \frac{L}{C}$. Lorsque cette expression est positive, la décharge est apériodique. Il semble que ce soit le cas dans un éclair, car la résistance R est très grande et l'inductance L fort petite en général. D'ailleurs, l'éclair possède un champ magnétique très

intense, qui produit souvent des aimantations très fortes dans des pièces d'acier placées dans son voisinage immédiat. Aucune aimantation permanente ne pourrait évidemment persister après le passage d'une série de décharges alternatives ; il n'y a donc pas d'oscillations du courant dans l'éclair. Ceci est confirmé par diverses observations, comme nous allons le voir.

*
**

On a étudié par la photographie la forme véritable d'un éclair, que les observations visuelles sont incapables de déceler. L'opération se fait pendant la nuit avec un appareil photographique fixe ou mobile.

La photographie d'un éclair avec un appareil fixe montre qu'il est constitué par un ruban lumineux plus ou moins large, présentant des sinuosités nombreuses et des formes très compliquées. Ce ruban est quelquefois unique d'un bout à l'autre ; le plus souvent il se ramifie en plusieurs branches de plus en plus fines à mesure qu'elles s'éloignent du ruban principal. Lorsque la décharge éclate entre le nuage et le sol (ce que nous admettons toujours dans ce qui suit), ces ramifications sont dirigées vers le sol ; plusieurs d'entre elles s'éteignent d'ailleurs avant de l'atteindre.

Ce fait a retenu l'attention de Simpson qui a examiné 442 photographies d'éclair ; dans la plupart, il y avait des ramifications dirigées vers le sol, il en a trouvé une seule, montrant d'une manière nette un tronc partant du sol et des ramifications dirigées vers le nuage. Simpson a effectué d'autre part des photographies d'étincelles artificielles éclatant entre une sphère et une plaque de cuivre placée au-dessous, qui étaient chargées, l'une et l'autre, par les deux pôles d'une machine de Wimshurst ; il n'y a pas d'oscillations de la décharge dans ces conditions. L'étincelle part toujours de l'électrode positive sous la forme d'un large ruban de feu, qui se ramifie en plusieurs branches toujours dirigées vers l'électrode négative. Lorsque la sphère est positive et la plaque négative, l'aspect des étincelles ressemble à celui de la très grande majorité des éclairs.

Il résulte de là, d'après Simpson, que *la décharge est apériodique et que le pôle du nuage d'où vient l'éclair est positif, tandis que le sol au-dessous agit comme s'il était électrisé négativement. L'éclair transporte donc de l'électricité positive du nuage au sol, de l'électricité négative en sens inverse ; le cas opposé d'un éclair transportant de l'électricité positive du sol au nuage est tout à fait exceptionnel.*

Ceci est confirmé par les photographies effectuées à l'aide d'un appareil tournant. Les

plus remarquables ont été réalisées par B. Walter, à Hambourg ; elles ont porté, soit sur les éclairs eux-mêmes, soit sur des étincelles artificielles obtenues avec des circuits apériodiques. Walter a trouvé, pour les deux espèces de décharges, la même constitution : l'une et l'autre se décomposent en une série de décharges élémentaires, qui se succèdent suivant le même chemin, et se traduisent sur la plaque par des lignes lumineuses parallèles.

L'une de ces décharges partielles est plus intense que les autres, c'est la décharge princi-

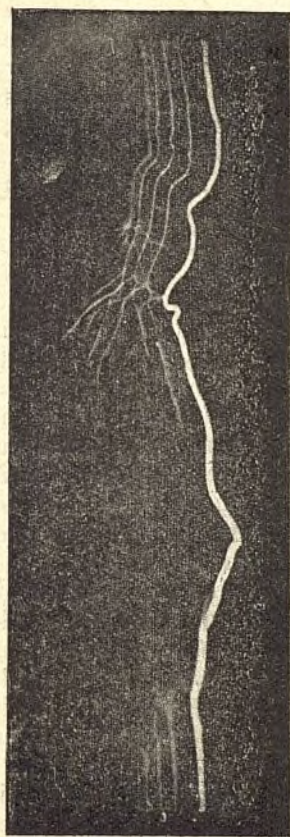


Fig. 6. — Photographie d'une étincelle artificielle à l'aide d'un appareil tournant. (B. Walter).

pale ; elle est précédée et suivie de décharges plus faibles, souvent incomplètes ; les premières semblent préparer le chemin à la décharge principale en ionisant l'air sur son passage. Dans le cas des étincelles artificielles on voit ces décharges préparatoires partir à la fois des deux pôles par intermittences ; elles s'allongent progressivement en marchant l'une vers l'autre et se ramifient à leur extrémité ; la décharge positive est toujours beaucoup plus importante et plus longue que l'autre (fig. 6).

Dans le cas de l'éclair, on observe aussi des ramifications ; elles sont dirigées dans le même sens pour toutes les décharges élémentaires,

presque toujours vers le sol ; ceci montre que le sens du transport de l'électricité est le même dans toutes les décharges élémentaires ; il n'y a pas d'oscillations du courant de décharge, mais des interruptions et reprises successives dans le même sens (fig. 7).

Les décharges préparatoires de l'éclair ne sont pas toujours visibles, à cause de leur intensité trop faible ; ainsi, on voit rarement des éclairs négatifs partant du sol et se dirigeant vers l'éclair opposé positif venant du nuage.

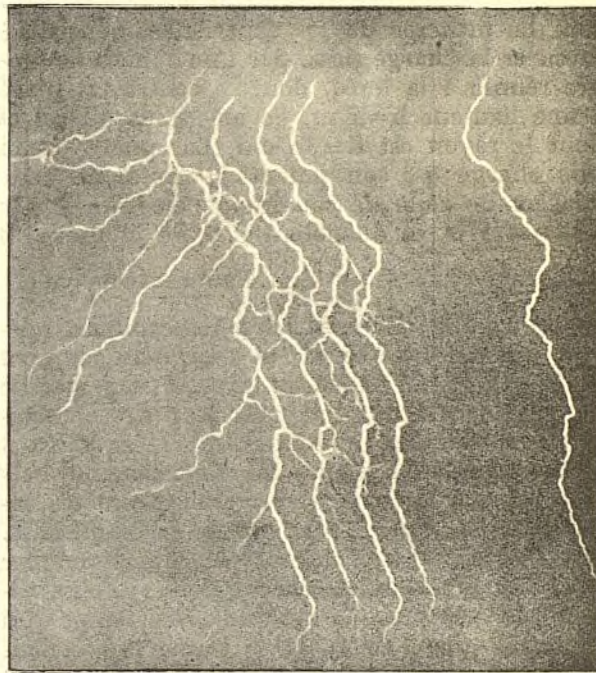


Fig. 7. — Photographie d'un éclair à l'aide d'un appareil tournant. (B. Walter).

Cependant un tel aspect a été photographié par Boys à l'aide d'une chambre stéréoscopique spéciale ; il en a conclu que le phénomène est général, ce qui paraît assez vraisemblable et permet d'expliquer certains effets de la foudre et certaines contradictions apparentes dans les observations.

On peut mesurer sur les photographies précédentes les distances des images des décharges successives ; si l'on connaît, d'autre part, la vitesse de rotation de l'appareil, on peut calculer les intervalles de temps séparant ces décharges, ainsi que la durée totale de l'éclair. On trouve ainsi les valeurs moyennes suivantes :

Durée totale de l'éclair.. Quelques dixièmes de seconde.
Intervalle des décharges
élémentaires Entre $1/100^e$ et $1/1000^e$ de sec.

La durée de chaque décharge élémentaire a été évaluée par divers physiciens, en particulier par K. Schmidt (21) (1905), en employant un

disque noir, sur lequel était marquée une croix blanche, et qui tournait très rapidement ; ce disque était observé à la lumière d'un éclair. La conclusion de ce travail a été que la durée de la plupart des décharges élémentaires était au plus égale à 30 micro secondes $= 3 \times 10^{-5}$.

* *

Les mesures du champ électrique d'un nuage orageux ont été effectuées par divers savants. Les plus remarquables sont dues à C.T.R. Wilson. Le principe de ses expériences consiste à mesurer la charge prise par une sphère de cuivre réunie à la terre, dont le centre est placé à une hauteur $h=4$ m. 80 au-dessus du sol et dont le rayon est $R=30$ cm. La sphère prend une charge q ; son potentiel résulte de cette charge, de celle de son image électrique à la distance $2h$, et du potentiel V du champ. On a alors $V + \frac{Q}{R} - \frac{Q}{2h} = 0$. La mesure de q s'effectue à l'aide d'un électromètre capillaire spécial, qui est traversé par la charge au moment où la sphère est élevée ou abaissée. On mesure de même le signe et la grandeur des changements soudains du potentiel, qui se produisent au moment de l'éclair ; les déplacements correspondants du ménisque de l'électromètre capillaire sont enregistrés par la photographie. Les mesures ont porté sur un grand nombre d'éclairs, dont les distances au lieu d'observation (mesurées par l'intervalle de temps qui s'écoule entre l'éclair et le tonnerre), étaient supérieures à 4 kilomètres. Les résultats de Wilson peuvent être résumés comme il suit :

1° Les changements soudains du gradient du potentiel, produits au lieu d'observation par le passage des décharges d'éclair, peuvent être considérés comme étant dûs, pour la plupart, à la décharge d'un pôle négatif voisin de la base du nuage (pôle B). Les expériences de Wilson ont été répétées au Cap par Schonland et Craib, qui arrivent au même résultat, lequel est tout à fait contraire aux conclusions de Simpson. C'est pourquoi celui-ci a discuté les expériences de Schonland et Craib et a montré qu'elles s'expliquent très bien par l'existence d'un pôle positif en B, conformément à sa théorie. En présence de ces affirmations contradictoires, *la question du signe de la décharge ne peut être considérée comme résolue.*

2° Wilson suppose que la quantité d'électricité Q , mise en jeu par l'éclair, était concentrée, immédiatement avant la décharge en un point du nuage situé à une hauteur H ; son image électrique, symétrique par rapport au sol, était à la distance $2H$; le « moment électrique » de la décharge a alors pour valeur $2QH$. Si l'éclair se produit à une distance horizon-

tale L , grande par rapport à H , et si la variation du champ qui en résulte au lieu d'observation est F , on démontre facilement que $2QH = FL^3$. Le moment électrique peut donc être calculé pour chaque éclair ; en faisant des hypothèses sur la hauteur H (par exemple $H=2$ km.), on peut déduire de là une estimation approchée de Q . Wilson trouve ainsi pour la valeur moyenne de la quantité d'électricité transportée par la décharge : $Q=20$ coulombs.

3° Les mesures de Wilson sont toutes relatives à des orages lointains ; aucune ne se rapporte à un cumulo-nimbus situé au Zénith du lieu d'observation. Ce dernier cas serait cependant le plus intéressant, car la valeur du champ est alors maxima. En faisant des hypothèses sur la distribution des masses électrisées dans le nuage (en admettant, par exemple, une répartition sphérique), Wilson évalue la valeur de ce champ maximum ; il trouve ainsi 270.000 volts par mètre au voisinage du sol.

D'autre part, la valeur du champ explosif à la pression atmosphérique est environ 3.000.000 volts par mètre ; cette valeur doit être atteinte au moins en un point. Le gradient de potentiel maximum sous le nuage doit donc être compris entre 270.000 et 3.000.000 de volts par mètre ; la valeur moyenne est un peu inférieure à 1.000.000 de volts par mètre. Pour une hauteur de 2 kilomètres, indiquée par Wilson comme la plus vraisemblable, l'éclair se produirait donc sous l'action d'une différence de potentiel de l'ordre de 10^9 .

La valeur de l'énergie mise en jeu dans la décharge découle immédiatement des nombres précédents ; elle est $20 \times 10^9 = 2 \times 10^{10}$ joules ; on peut prendre 10^{10} comme ordre de grandeur. S'il y a une décharge toutes les dix secondes, la puissance moyenne de l'éclair serait donc : 10^9 watts, soit 1.000.000 de kilowatts.

Les résultats précédents ont été confirmés (quant à l'ordre des grandeurs mises en jeu), par les physiciens qui ont mesuré l'intensité du champ d'un nuage orageux ; parmi ces derniers nous citerons Norinder en Suède et Peek en Amérique.

Wilson n'a pas évalué l'intensité du courant de l'éclair ; elle se déduit des nombres précédents et de la connaissance de la durée d'une décharge. Nous remarquerons à ce sujet que les expériences de Wilson ne pouvaient donner aucune indication au sujet des décharges partielles révélées par la photographie ; l'évaluation de la quantité d'électricité transportée, soit 20 coulombs, se rapporte à la décharge totale. S'il y a 5 décharges élémentaires, chacune d'elles transporte 4 coulombs ; comme la durée d'une décharge est de 0,00003 sec., on voit que l'intensité du courant peut atteindre 4 ; $0,00003 = 133.000$ ampères. Ce nombre est probablement un peu élevé et l'on peut prendre

100.000 ampères environ comme valeur approchée de l'intensité du courant. Cette intensité a été évaluée par d'autres méthodes, basées sur des phénomènes différents ; les nombres obtenus sont compris entre 10.000 et 100.000 ampères. Nous ne parlons ici, bien entendu, que de l'intensité maxima du courant, car pendant la durée extrêmement courte d'une décharge élémentaire, le courant varie de zéro à sa valeur maxima et revient à zéro.

Les différentes grandeurs mises en jeu dans un éclair, peuvent être résumées dans le tableau suivant :

Quantité d'électricité transportée	environ 20 coulombs.
Gradient de potentiel sous le nuage orageux	environ 10^6 volts par mètre.
Différence de potentiel entre les extrémités de l'éclair.	environ 10^9 vols.
Energie mise en jeu dans un éclair	environ 10^{10} joules.
Intensité maxima du courant	environ 10^5 ampères.

Une conséquence importante du transport très rapide de l'électricité qui se produit dans l'éclair, est la production de phénomènes d'induction électro-magnétique et électrostatique dans les corps conducteurs. L'expérience montre que les effets de l'induction électro-magnétique sont généralement négligeables devant ceux de l'influence électro-statique ; nous ne nous occuperons que de ces derniers.

Un conducteur placé dans le champ d'un nuage orageux s'électrise par influence ; s'il est isolé, il prend un potentiel très peu inférieur à celui du champ, avec des charges de signe opposé à ses extrémités. Ce potentiel peut atteindre 30.000 volts, à une distance de 3 à 4 kilomètres, d'après Wilson ; il est maximum au moment où l'éclair se produit. Si un conducteur réuni à la terre se trouve alors au voisinage immédiat du premier, une étincelle se produit entre les deux ; elle est généralement très courte, mais suffit parfois pour déterminer l'incendie de matières très inflammables, comme il arrive dans les réservoirs d'huile ou les dépôts d'explosifs.

L'influence des nuages orageux s'exerce d'une manière intense sur les lignes électriques. Il n'en résulte pas cependant que les lignes électriques attirent la foudre. Ce fait a été discuté en même temps que la question plus générale de l'action des lignes électriques sur les orages, dans plusieurs séances de la Société Météorologique de France en 1929 (23) ; la discussion a montré l'inexistence de ces prétendues actions. Des recherches nombreuses sur les phénomènes d'influence dans les lignes électriques

ont été faites en Amérique. En particulier F. W. Peek a mesuré le potentiel qui se développe par influence sur une ligne isolée placée dans la partie la plus intense du champ ; il a trouvé ainsi la formule $V = a g h$. V désigne le potentiel de la ligne, a un coefficient voisin de l'unité, g le gradient de potentiel du champ, h la hauteur de la ligne au-dessus du sol.

Ce potentiel est dû à la charge induite de signe contraire à celle du nuage, qui reste dans la partie de la ligne située au-dessous de celui-ci, tandis que la charge de même signe se transporte dans les parties les plus lointaines, ou même s'écoule à la terre partiellement par suite des défauts d'isolement. Lorsque l'éclair jaillit au voisinage de la ligne, une rupture d'équilibre se produit dans la partie la plus voisine du point de chute ; elle se manifeste par une surtension, qui se propage ensuite, de part et d'autre, sous la forme d'une onde mobile, avec la vitesse de la lumière ; le passage de l'onde mobile en différents points de la ligne provoque les accidents les plus divers ; cette propagation a été étudiée récemment par M. Ch. Ledoux.

L'onde mobile est étalée sur une assez grande longueur et l'amplitude est relativement faible (de 5 à 10.000 volts) dans le cas d'une surtension due à l'influence. Au contraire, lorsque l'éclair frappe directement la ligne, le front de l'onde est très raide et l'amplitude considérable (de 10^5 à 10^6 volts) ; l'importance des dégâts est alors plus ou moins grande, selon que la ligne a été frappée directement par le canal principal de l'éclair au par l'une des ramifications latérales.

La plupart des électriciens admettent aujourd'hui que la très grande majorité des accidents est produite par des coups de foudre directs, à cause de la petitesse relative des surtensions induites. Ceci résulte des études assez nombreuses qui ont été faites dans ces dernières années sur les surtensions dans les lignes. On a employé à cet effet deux sortes d'appareils : le *klydonographe* et l'*oscillographe cathodique*. Le *klydonographe*, inventé par Peters, est basé sur la production des figures de Lichtenberg ; ces figures donnent une idée du signe de la décharge et de l'amplitude de la surtension.

L'oscillographe cathodique permet une étude quantitative plus précise du phénomène ; il est basé sur la déviation qu'éprouve un faisceau de rayons cathodiques sous l'action du champ électrique qui règne entre les deux armatures d'un condensateur ; celui-ci est chargé par la surtension à mesurer, par l'intermédiaire d'un réducteur de tension. L'appareil a été imaginé par A. Dufour (24) ; il a été perfectionné par divers auteurs, en particulier par H. Norinder, K. Berger, Teszner (25) ; les appareils de ces derniers donnent des courbes, dont les abscisses représentent les temps en micro-secondes, à une

échelle sinusoïdale ou logarithmique, et dont les ordonnées représentent les tensions en volts ; la graduation de l'appareil se fait à l'aide des générateurs de foudre artificielle dont nous avons parlé.

Les courbes de l'oscillographe cathodique fournissent de précieux renseignements sur les surtensions dans les lignes et sur la propagation des ondes mobiles. L'ordonnée d'une de ces courbes s'élève très rapidement, passe par un maximum et diminue ensuite plus lentement (on dit que l'onde mobile a un front très raide) ; généralement le phénomène est apériodique sans oscillation. L'amplitude de la surtension est du même ordre de grandeur que celle de l'éclair proprement dit, évaluée par Wilson (de 100.000 à 1.000.000 de volts). Les durées moyennes des surtensions sont de l'ordre de quelques microsecondes ; elles concordent avec les durées des décharges élémentaires de l'éclair enregistrées par Schmidt.

Le sens des décharges, indiqué par l'oscillographe, est très variable ; les décharges transportant de l'électricité négative vers le sol paraissent plus nombreuses que les autres, contrairement aux idées de G. C. Simpson.

La propagation de la décharge dans l'air, le long de la trajectoire de l'éclair, peut être assimilée à celle qui se fait dans la ligne foudroyée. Il y a dans les deux cas une surtension énorme qui se propage par une onde à front très raide. Cette onde prend naissance dans le nuage, parcourt d'abord son chemin dans l'air, se continue ensuite dans la ligne. C'est pourquoi les résultats donnés par l'oscillographe concordent assez bien avec ceux de l'étude directe de l'éclair aérien. Cependant quelques restrictions s'imposent, car la présence de la ligne, et surtout celle du réducteur de tension, introduisent des complications. Par exemple, il se pourrait que le signe des surtensions enregistrées diffère totalement de celui des charges réellement transportées par l'éclair.

* *

Je n'ai pas l'intention d'étudier ici les effets de la foudre, dont certains sont considérés comme très bizarres ; la plupart de ces prétendues bizarreries s'expliquent d'ailleurs par les propriétés que nous avons passées en revue et surtout par la loi fondamentale énoncée au début : *l'éclair est constitué par un transport d'ions animés d'une grande vitesse*. Je veux étudier simplement les conséquences de cette loi au sujet des points de chute de la foudre.

Nous avons vu que l'éclair suit dans l'air le chemin le plus ionisé, autrement dit le plus conducteur ; il en est ainsi jusqu'au sol. Par conséquent, l'on peut affirmer que les points

de chute de la foudre sont déterminés par l'ionisation ou la conductibilité de l'air au voisinage du sol. Le rôle du champ statique produit par le nuage orageux est généralement négligeable, ainsi que celui de la conductibilité du sol ; un objet de relief accentué, tel que la pointe d'un clocher, attire la foudre à cause de l'ionisation de l'air produite par la pointe, et non à cause de l'intensité maxima du champ statique autour d'elle.

Il est une autre cause d'ionisation plus énergique et plus générale que celle qui est fournie par une pointe ; c'est celle qui est produite par les matières radio-actives contenues dans le sol. Or, la répartition de ces matières est très inégale dans les diverses roches ; les unes contiennent des proportions plus grandes que les autres d'uranium, de radium, de thorium. On a mesuré la radio-activité des diverses roches et on a fait des tableaux, dans lesquels elles sont rangées par ordre d'activité décroissante : au premier rang se trouvent les granits et les argiles qui proviennent de leur décomposition, puis viennent les autres roches éruptives, au dernier rang sont les calcaires. Si notre raisonnement est exact, les roches granitiques doivent être très souvent foudroyées, les calcaires beaucoup plus rarement. D'une manière générale, tous les lieux, dans lesquels le sol dégage une quantité d'ions plus grande qu'ailleurs, doivent être exposés à de fréquents coups de foudre. Voyons ce que l'expérience nous apprend à ce sujet.

Mon collaborateur, M. Joseph Bouget, a poursuivi pendant plus de trente ans une enquête sur les coups de foudre qui se sont produits dans la région montagneuse voisine de Bagnères-de-Bigorre et du Pic du Midi. Depuis 1927, cette enquête a été étendue par moi-même, avec son aide, dans une grande partie de la région du Sud-Ouest ; elle se poursuit encore à l'heure actuelle. Les résultats qu'elle a fournis sont tout à fait démonstratifs.

1° *La situation des lieux fréquemment foudroyés dépend en premier lieu de la constitution géologique du sol.* Les calcaires compacts jouissent d'une grande sécurité ainsi que les alluvions récentes. Les roches éruptives, particulièrement les granits, certaines argiles, certains schistes sont souvent frappés.

Une carte sommaire a été tracée par M. Ch. Ledoux dans le but d'indiquer les régions de la France particulièrement dangereuses ; elle coïncide en beaucoup de points avec celle des régions granitiques. Par exemple, les terrains situés au voisinage du Plateau Central sont parmi les plus exposés ; tel est le département de la Corrèze, où un seul orage, le 7 août 1929, provoqua la mort par la foudre de 13 personnes en différents points du département.

De même au pied des Pyrénées, le Plateau de Lannemezan est constitué par de l'argile ferru-

gineuse à cailloux roulés, provenant de la décomposition des granits de la chaîne centrale ; il est très dangereux pour la foudre, comme le montrent les statistiques de la Compagnie du Midi relatives aux accidents survenus sur la ligne du Chemin de fer de Toulouse à Bayonne, électrisée en 1926 ; 75/100 des coups de foudre qui ont frappé cette ligne électrique depuis le début, sont tombés sur le Plateau de Lannemezan ou dans ses environs immédiats.

2° *Les lieux les plus dangereux sont souvent situés sur les lignes de contact de deux terrains géologiques différents.* Ceci mérite quelque développement. Les lignes de contact de deux terrains, les failles, constituent une voie d'écoulement facile pour les eaux qui circulent dans le sol ; c'est sur leur trajet que sont situées les sources, particulièrement les sources thermales et minérales. Or, l'on sait que ces dernières sont fortement radio-actives, il en est de même à un moindre degré de la plupart des sources. Les eaux souterraines qui les fournissent déposent, ou ont déposé autrefois, le long des lignes de contact, les matières radio-actives dissoutes par elles dans les terrains environnants. Telle est l'origine de l'attraction que ces lignes exercent sur la foudre.

Des conséquences curieuses se déduisent de là. Les lignes de contact offrent à l'érosion une résistance plus faible que les roches compactes. Il en résulte que les dépressions du sol, les thalwegs des vallées, les cols des chaînes de montagne sont généralement situés sur ces lignes. C'est pourquoi de pareils endroits présentent parfois un très grand danger à l'égard de la foudre, danger bien supérieur à celui que présentent les sommets environnants ; c'est tout à fait l'opposé de l'opinion courante.

De même, Elster et Geitel (27) ont démontré autrefois que l'air qui s'échappe des grottes est très fortement ionisé. Par conséquent, les ouvertures des grottes, celles des gouffres où se perdent les ruisseaux, doivent attirer la foudre. C'est ce que M. Martel (28) a signalé pour le gouffre de Padirac. J'ai vérifié le même fait, pour quelques grottes des environs de Bagnères et pour certains gouffres dans le Gers. Dans les pays calcaires, les grottes et les gouffres sont très répandus, les eaux souterraines sont abondantes ; c'est à leur existence que doivent être attribués les coups de foudre, fréquents dans certaines régions, comme l'a montré autrefois M. Waïsse (29) dans le département de l'Aveyron.

3° Nous avons effectué des mesures de la conductibilité de l'air au voisinage du sol, dans les lieux fréquemment foudroyés et dans d'autres lieux voisins qui n'avaient jamais reçu un coup de foudre de mémoire d'homme. Ces mesures ont été faites un grand nombre de fois, à chaque station, dans les conditions météorologi-

ques les plus variées ; nous avons opéré par les méthodes connues, celles d'Elster et Geitel et celle de Gerdien. Nous avons déterminé les conductibilités relatives au transport de l'électricité, respectivement par les ions positifs λ , et par les ions négatifs λ' ; nous avons calculé leur somme $\lambda + \lambda'$ et leur quotient $\frac{\lambda}{\lambda'}$. L'ensemble des résultats confirme les prévisions formulées précédemment :

En toute circonstance, la conductibilité totale de l'air a une valeur plus grande dans les lieux fréquemment foudroyés que dans ceux qui ne sont jamais atteints. Or, d'après la relation bien connue $\lambda = k n e$ (k mobilité des ions considérés, n nombre des ions par cm^3 , e charge d'un ion), on voit que λ est sensiblement proportionnel à n car e est constant, k varie peu avec les conditions atmosphériques. On peut dire par conséquent que : *en toute circonstance, l'ionisation de l'air est maxima dans les lieux fréquemment foudroyés.* Ceci a été confirmé récemment par les recherches d'un physicien russe, Bogoiavlensky (30), qui a opéré dans une région voisine de Léningrad.

Mais un résultat inattendu nous a été révélé par les mesures de conductibilité : le rapport $\frac{\lambda}{\lambda'}$,

est le plus souvent inférieur à 1 dans les lieux fréquemment foudroyés, contrairement à ce qui se passe dans les lieux non dangereux. Autrement dit, *les ions négatifs sont généralement les plus nombreux dans les lieux fréquemment foudroyés.* Ceci constitue une confirmation de la théorie de Simpson : si l'éclair transporte vers le sol des ions positifs, il est évident qu'il sera attiré de préférence par les lieux où les ions négatifs sont les plus abondants. En outre, ceci permet d'expliquer une conséquence assez curieuse de notre enquête sur les orages dans la région du Sud-Ouest : les lieux fréquemment foudroyés sont aussi fréquemment grêlés, ou plutôt, *c'est au-dessus des terrains dangereux pour la foudre que se forme généralement la grêle.* Nous ne pouvons aujourd'hui développer ce sujet, nous renvoyons ceux qui s'y intéressent à nos publications.

*
**

Les décharges électriques atmosphériques de toutes sortes apportent à la terre des charges positives ou négatives ; ces transports d'électricité peuvent être assimilés à des courants.

Le mieux connu de ces courants est celui des précipitations ; il a été calculé par les divers physiciens qui ont mesuré les charges de la pluie. Il est tantôt positif, tantôt négatif, mais les valeurs positives l'emportent. L'excès de courant

positif serait en moyenne égal à $3,9 \times 10^{-15}$ ampères par cm^2 , d'après Baldit.

Un autre courant, positif comme le précédent, est celui qui est dû à la conductibilité électrique de l'air ; sa valeur moyenne a pu être mesurée, elle est de l'ordre de 2×10^{-16} ampères par cm^2 .

Les éclairs qui frappent le sol fournissent un troisième courant, qui transporte environ 20 coulombs par éclair ; mais la fréquence relative des éclairs positifs et négatifs est très discutée ; le sens du courant moyen et son intensité ne peuvent donc être évalués avec quelque certitude.

C. T. R. Wilson considère le courant d'ionisation (auquel on doit le feu St-Elme) qui s'échappe d'une pointe dans le champ d'un nuage orageux. Il suppose que ce courant a une intensité notable, et que par temps d'orage, il prend naissance sur les feuilles des arbres et sur les herbes d'une prairie ; le plus souvent, ce quatrième courant transporte vers le sol de l'électricité négative ; son intensité serait suffisante pour compenser tous les autres et assurer le maintien de la charge électrique négative de la terre. Les mesures effectuées par Wormell (31), sur une pointe métallique, ont récemment confirmé les idées de Wilson ; mais les calculs de ce dernier sont basés sur des hypothèses peu certaines. Sur ce point, comme sur la plupart de ceux que nous avons examinés, des recherches nouvelles sont nécessaires.

*
**

Pour terminer cette conférence, il me semble utile de dire quelques mots au sujet de la défense contre la foudre.

Tout d'abord, quand on veut construire un édifice, il faut prendre garde de choisir son emplacement, autant que possible loin des lieux dangereux. Cette précaution s'impose surtout pour une maison d'habitation, un dépôt d'explosifs ou de matières facilement inflammables, une usine électrique, un poste de transformation. On examinera donc, à l'emplacement projeté, la nature du sol, les arbres qui s'y trouvent et qui gardent presque indéfiniment la trace de la foudre ; on fera une enquête sur les coups de foudre et les chutes de grêle qui se sont produits dans le passé au lieu considéré, enfin, on y effectuera, si possible, des mesures de conductibilité de l'air.

Le choix d'un emplacement à l'abri de la foudre serait bien facilité, si l'on possédait une carte des lieux dangereux de la région. L'établissement de cette carte exigera de longues recherches sur le terrain, des enquêtes poursuivies pendant plusieurs années. Cependant, le Ministère des Travaux Publics a prescrit, il y a quelques mois, aux Services des Ponts-et-Chaus-

sées, de commencer, dans chaque département, à recueillir des documents dans ce but. Les ingénieurs en chef des Ponts-et-Chaussées de certains départements ont demandé mon concours à cet effet. C'est pourquoi j'ai pu tracer la carte provisoire de la foudre et de la grêle pour les départements des Htes-Pyrénées et de la Hte-Garonne ; elle résulte des informations que j'ai recueillies depuis le début de mes recherches ; elle n'est pas encore suffisamment complète, mais elle montre assez bien les régions dangereuses. Quand une telle carte aura été tracée pour les divers départements français, elle constituera la base indispensable de la défense contre la grêle et la foudre.

L'emplacement d'un édifice ne peut être choisi toujours loin des lieux dangereux, sinon, il n'y aurait aucune construction possible dans le département de la Corrèze. C'est pourquoi les paratonnerres sont souvent indispensables. Il faudrait une conférence spéciale pour traiter convenablement la question des paratonnerres. Beaucoup d'erreurs sont souvent commises à leur sujet ; elles sont signalées dans un livre récent, dont l'auteur est le physicien belge V. Schaffers (32). Je ne puis ici que résumer les conclusions du remarquable travail de cet auteur.

Le rôle préventif des paratonnerres à pointe est inexistant ; c'est-à-dire que les paratonnerres ne déchargent pas les nuages orageux par suite de l'ionisation de l'air produite par la pointe. Les paratonnerres servent uniquement à conduire vers le sol la décharge qui les frappe. Quand ils sont trop élevés, ils attirent vers l'édifice la foudre qui n'atteindrait pas ce dernier en leur absence ; ils sont alors plus dangereux qu'utiles. Il en est de même des paratonnerres au radium récemment préconisés.

Pour assurer l'évacuation au sol de la décharge qui a frappé un paratonnerre, il faut atténuer le plus possible les phénomènes de self-induction le long du câble de liaison avec la terre ; à cet effet, on doit éviter les boucles, les angles vifs, et faire la liaison avec le sol par plusieurs conducteurs enveloppant l'édifice ; on est conduit ainsi à adopter le système Melsens simplifié.

Les prises de terre doivent avoir une surface aussi grande que possible ; une prise de terre unique, constituée par une plaque métallique, immergée dans un puits profond, est assez déficiente. Le système le plus efficace consiste dans un faisceau de rubans de cuivre, placés à une faible profondeur et divergent dans toutes les directions ; les sols humides, bons conducteurs, ne présentent pas à ce point de vue de grands avantages sur les sols secs.

La protection des lignes électriques contre la foudre a un intérêt capital, comme nous l'avons indiqué au début. Cependant nous ne pouvons

traiter ici cette question qui rentre dans le domaine de l'électrotechnique.

Je viens de résumer brièvement l'état actuel de nos connaissances sur un certain nombre de questions concernant les deux formes principales des décharges électriques atmosphériques ; dans ces deux formes, on observe le transport de l'électricité entre les nuages et le sol terrestre. Dans la première, ce transport s'effectue lentement par les précipitations atmosphériques (pluie, grêle, neige) ; dans la deuxième, qui est celle de la foudre, le transport s'effectue avec une vitesse énorme par les ions de l'atmosphère.

Le sens de la décharge est parfaitement connu pour les précipitations atmosphériques, dont la majorité apporte au sol des charges positives. Il n'en est pas de même pour les éclairs. La plupart d'entre eux transportent-ils vers le sol de l'électricité positive, comme le veut Simpson, ou bien de l'électricité négative comme le prétend Wilson ? La question n'est pas résolue. Il y a lieu de remarquer que les expériences des physiciens de l'école Wilson ont été faites avec des dispositifs (sphère, antenne, ligne électrique), soumis à l'influence du champ du nuage et susceptibles, pour cette raison, de troubler le sens des décharges enregistrées, comme nous l'avons expliqué dans le cas de l'oscillographe cathodique. Au contraire, aucun appareil perturbateur n'intervient dans les observations de Simpson basées sur la photographie, et dans celles que nous avons faites nous-mêmes sur les points de chute de la foudre. Les plus fortes présumptions nous paraissent donc en faveur de la conception de Simpson ; néanmoins, il reste une certaine incertitude sur le sens de la décharge.

Il en est de même au sujet de l'estimation des grandeurs mises en jeu (champ électrique, quantité d'électricité transportée, intensité du courant, etc...), qui n'a été obtenue que d'une manière un peu grossière, à l'aide d'hypothèses discutables. Il en est de même surtout au sujet de l'origine des charges transportées. On admet que cette origine est la même pour les deux formes de la décharge que nous avons envisagées. Dans l'une et dans l'autre, l'électricité prend naissance au sein du nuage par des actions mystérieuses, sur lesquelles on ne peut faire que des hypothèses ; j'ai exposé l'une de ces hypothèses qui concorde assez bien avec les faits.

Beaucoup d'autres questions, sur les phénomènes qui nous ont occupés, gardent encore ce caractère mystérieux, malgré les travaux des savants qui s'efforcent depuis le début de ce siècle d'augmenter nos connaissances sur le sujet. Ces efforts sont ici particulièrement méritoires,

à cause du danger que présente la foudre ; mais le mystère et le danger n'ont jamais arrêté les hommes de Science, pour lesquels ils constituent plutôt un puissant attrait. C'est pourquoi je souhaite vivement que les jeunes physiciens français suivent en plus grand nombre la voie qui a été ouverte, il y a deux siècles, par les mémorables travaux de Franklin.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) G.-C. Simpson. *Phil. Trans. A.*, t. 209, (1909), p. 379. *Phil. Magas.*, t. 30, (1915), p. 1. *Proc. Roy. Soc. A.*, t. 83, (1910), p. 394 ; t. 111, (1926), p. 56 ; t. 114, (1927), p. 376.
- (2) C.-T.-R. Wilson. *Proc. Roy. Soc.*, t. 68, (1901), p. 151 ; t. 69, (1902), p. 277 ; t. 92, (1916), p. 555. *Phil. Trans. A.*, t. 221, (1921), p. 73.
- (3) Norinder. *Journ. Frank. inst.*, t. 205, (1928), juin. *Amer. inst. of El. ing.*, février 1928, p. 13. Conf. int. grands rés. (1925), rapp. 82, (1931), rapp. 26. *Bull. Soc. fr. Electr.*, déc. 1929.
- (4) B. Walter. *Wied. Ann.*, t. , (1899), p. 636. *Phys. Zeits.*, t. 3, (1902), p. 168 ; t. 13, (1912).
- (5) E. Mathias. *C. R. de l'Acad. des Sciences*, divers. *Ann. des P. T. T.*, nov. 1927, juillet 1928. *Bull. Obs. Puy-de-Dôme* (1930).
- (6) F.-W. Peck. *Journ. Frank. Inst.*, t. 197, (1924), p. 1 ; t. 199, (1925), p. 141. Conf. int. grands rés., (1927), rapp. 56 et 1931, rapp. 56.
- (7) Peters. *Elec. World*, 19 avril 1924.
- (8) Fortescue. *Elec. Journ.*, 1928, p. 223.
- (9) K. Berger. *Bull. Ass. suïs. Elec.*, t. 19, (1928), p. 292 et p. 688. Conf. int. grands rés., 1931, rapp. 54.
- (10) Maudit. *Rev. Gén. Elec.*, 8 juin 1929 et 20 décembre 1930.
- (11) Ch. Ledoux. *Rev. Gén. Elec.*, t. 22, (1927), pp. 815 à 1119. *Bull. Soc. Fr. Elec.*, oct. 1930. *Rev. Gén. Elec.*, (1931), 21 mars, 28 mars et 4 avril.
- (12) Elster et Geitel. *Meteo. Zeits.*, t. 5, (1888), p. 95. *Wien. Ber.*, t. 99, (1909), p. 421.
- (13) Hahler et Schindelhauer. *Phy. Zeits.*, t. 9, (1908), p. 258 ; t. 14, (1913), p. 1292.
- (14) Baldit. *Ann. Soc. Météo. Fr.*, t. 59, (1911). *Le Radium*, t. 9, (1912), p. 92.
- (15) Mac Clellan et Nolan. *Proc. Roy. Irsh. Acad.*, t. 29, (1912), p. 81 ; t. 30, (1912), p. 61. *Le Radium*, t. 9, (1912), pp. 277 et 421.
- (16) C. Dauzère. *C. R.*, t. 187, (1928), p. 835 ; t. 189, (1929), p. 1092. *La Météorologie*, (1929), p. 145. *Bull. Soc. fr. Elec.*, t. 9, (1929), p. 575. *Rev. Scient.*, (1930), 22 novembre et 30 décembre.
- (17) Guilbert. *C. R.*, t. 173, (1921), p. 999.
- (18) M. Brillouin. *Rev. Gén. Sciences*, 30 août 1897.
- (19) Idrac. *Mém. de l'O. N. M. France*, (1928), n° 18.
- (20) L. Dufour. *C. R.*, t. 52, (1861), p. 750.
- (21) Schonland et Craib. *Proc. Roy. Soc. A.*, t. 114, (1927), p. 229 ; t. 118, (1928), pp. 233 et 252.
- (22) Société Météorologique de France. *La Météorologie*, 1929, p. 317.
- (23) A. Dufour. *Journ. Phys.*, série 6, t. I, (1920), p. 146.
- (24) Teszner. *C. R.*, t. 192, (1931), p. 1541. *Rev. Gén. Elec.*, t. 30, (1931), p. 957.
- (25) Boys. *Nature*, t. 118, (1926), p. 749 et t. 122, (1928), p. 310.

- (27) Elster et Geitel. *Phys. Zeits.*, t. 2, (1901), p. 560.
Ions, Electr., Corpusc., t. 1, p. 201.
 (28) Martel. *Spelunca*, n° 1 (1931).
 (29) Vaisse. *Soc. Lettres Scienc. et Arts de l'Aveyron*,
 3 mai 1917.

- (30) Bogoiavlensky. *Journ. Phys.*, série 7, t. 2, (1931),
 p. 101.
 (31) Wormell. *Proc. Roy. Soc. A.*, t. 127, (1930),
 p. 567.
 (32) Schaffers. *Le Paratonnerre*, 1 vol. Presses Univer-
 sitaires de France (1931).

LA MISSION D'ÉTUDES FRUITIÈRES, EN TUNISIE, DE M. ROBERT W. HODGSON

Professeur à l'Université de Californie.

par **Fernand LABORDE**
 Ingénieur E.C.P.

Deux faits capitaux caractérisent la situation présente de l'agriculture mondiale. En premier lieu l'énorme production de la plupart des denrées agricoles. En second lieu, l'insuffisance de la consommation devant cette abondance de denrées. De là, un excès de la production sur la consommation, qui rend de nombreuses cultures déficitaires. Ceci explique une tendance générale à l'abandon de ces cultures pour développer celles qui paraissent encore susceptibles de donner un bénéfice.

C'est un mouvement de ce genre que nous constatons présentement dans l'Afrique française du Nord. Les céréales, le vin, l'huile d'olive qui ont connu des années de prospérité inouïes, souffrent maintenant de multiples difficultés. Leurs prix s'abaissent, des mesures de contingentement les frappent ou les menacent. Beaucoup d'agriculteurs recherchent donc des compensations au manque à gagner qu'engendre cette situation et qui semble devoir augmenter. Les gouvernements eux-mêmes, grandement intéressés à la prospérité de l'agriculture, secondent ces efforts de leurs administrés.

Un des moyens le plus favorablement et le plus communément envisagés pour y atteindre consiste dans le développement des cultures maraîchères et fruitières. Les résultats déjà acquis par l'Algérie à ce point de vue, l'exemple du Portugal, de l'Espagne et de l'Italie, qui exportent de grandes quantités de fruits et de légumes, suffiraient à légitimer cette tendance pour le Maroc et pour la Tunisie. Mais, dans ces dernières années, c'est aux Etats-Unis d'Amérique qu'on aimait à demander des méthodes et des exemples. Aussi est-ce surtout l'incroyable essor de la Californie dans ces sortes de cultures qui a retenu l'attention des gouvernements et des agriculteurs en cause. Après étude préalable, ils ont décidé de faire appel à un technicien de Californie pour reconnaître dans quelle mesure et par quels procédés la Tunisie et le Maroc sont susceptibles de suivre le brillant exemple de ce pays.

C'est à M. Robert W. Hodgson, chef de la division d'horticulture subtropicale à l'Université de Californie et professeur d'horticulture subtropicale au collège d'agriculture de Berkeley, que cette mission a été confiée. De novembre 1930 à septembre 1931, il l'a commencée par l'étude de la Tunisie, sous les auspices de l'*Office tunisien de l'expérimentation et de la vulgarisation agricoles*.

Le rapport sur cette mission d'études fruitières en

Tunisie vient d'être traduit et publié à Tunis (1). Nous allons en donner une analyse et formuler quelques commentaires à son sujet.

**

Dans son introduction, M. Robert W. Hodgson signale que « le développement des cultures fruitières commerciales constitue sous bien des rapports le progrès agricole le plus caractéristique de ces dernières années ». Selon lui, « l'expérience prouve que le développement rémunérateur de la culture fruitière commerciale est un des meilleurs moyens de colonisation intensive et de mise en valeur rapide et parfaite des ressources naturelles d'une région ou d'un pays ». Il en prend à témoin « le remarquable accroissement de la région sfaxienne, à la suite de la renaissance et de la modernisation de son ancienne industrie oléicole ».

Il passe rapidement en revue les raisons favorables au développement des cultures fruitières dans la Régence : position géographique du Protectorat par rapport aux grands centres européens de population ; conditions climatiques exceptionnelles ; faible élévation relative du prix du sol et du coût de la main-d'œuvre ; avantages économiques découlant de l'union douanière avec l'empire français ; antécédents des cultures de l'époque romaine.

Il définit, comme suit, les principaux buts de son étude :

« 1°) Evaluer les possibilités des cultures fruitières de la Régence ;

2°) Etudier les industries fruitières actuelles au point de vue de leur amélioration par l'introduction de nouvelles variétés ou l'adoption de meilleures méthodes culturales ;

3°) Donner un aperçu des facteurs de la vente rémunératrice des fruits en Californie ;

4°) Conseiller les moyens appropriés pour le développement des cultures fruitières en Tunisie ».

Pour atteindre ces buts, deux méthodes générales de

(1) La culture fruitière en Tunisie. Son état actuel, ses possibilités et son amélioration, par Robert W. Hodgson. 1 vol., 193 pages, avec 2 cartes, Sté An. de l'Imprimerie Rapide de Tunis, à Tunis.

travail ont été suivies par M. Robert W. Hodgson. Premièrement « l'étude de toute la littérature disponible et des données concernant la topographie, l'hydrographie, la climatologie et les industries fruitières de la Régence ». Secondement, le travail sur le terrain, en liaison avec les administrations et avec les agriculteurs du Protectorat, qui a nécessité environ 14.000 kilomètres de voyages dans le pays, et au cours duquel une attention spéciale a été accordée aux régions où la culture fruitière a le plus de chances de se développer : zone viticole du Nord et zone côtière centrale.

M. Robert W. Hodgson termine cette introduction par quelques restrictions. La plus importante est formulée en ces termes : « Il doit être entendu dès maintenant que cette étude n'est pas une analyse économique. Elle a pour but de rechercher les possibilités des cultures fruitières dans la Régence plutôt que les bénéfices probables. L'auteur a l'intention d'indiquer ce qui peut être fait pour les cultures fruitières en Tunisie, et non pas ce qui peut donner le plus de bénéfice. C'est une restriction nécessaire, car aucun étranger, quelle que soit sa compétence, ne peut espérer étudier et évaluer dans le court délai de dix mois les facteurs économiques, politiques, sociaux, etc., qui ont trait aux questions du prix de revient et du revenu. Leur étude doit être entreprise par des Tunisiens... »

Une seconde restriction porte sur « l'extrême variabilité du climat tunisien et sur la tardiveté exceptionnelle des saisons au cours de la mission, d'où résulte une extrême difficulté pour déterminer les limites des régions climatiques ». Cependant, « l'auteur pense ne pas les avoir situées à plus de 25 kilomètres de leur position réelle ».

La troisième restriction vise les « observations et conclusions concernant les ressources en eau et les qualités du sol ». L'auteur étant un horticulteur « ne prétend pas être un ingénieur hydrologue ou un technicien des sols. Ses conclusions sont, par conséquent, sujettes à vérifications et à modifications de la part de spécialistes plus compétents ».

L'auteur termine son introduction en déclarant que « les conclusions auxquelles il est arrivé et qu'il expose ici lui sont propres et qu'il en prend pleinement la responsabilité, bien qu'il sache qu'elles comportent probablement quelques erreurs ».

Ainsi se trouvent définis les buts, les méthodes et les limites de la mission effectuée en Tunisie par M. Robert W. Hodgson.

En conséquence, son rapport comprend les cinq sections suivantes :

Section I : Les facteurs du milieu. — Le climat, l'eau, le sol.

Section II : La production des fruits en Tunisie. — Son état actuel, ses possibilités, son amélioration.

Section III : Les encouragements à la culture fruitière en Tunisie.

Section IV : Les conditions du succès des cultures fruitières.

Section V : Les conditions du succès dans la vente des fruits.

*
**

Au sujet du climat, le rapport étudie en premier lieu les exigences générales et l'adaptation des arbres fruitiers. Il insiste sur l'importance du climat, de l'eau et du sol, « facteurs les plus importants de la réussite ou de l'échec de la culture fruitière ». Parmi ces facteurs, la tempéra-

ture occupe le premier rang, bien qu'on soit plutôt porté en Tunisie à tenir pour prédominantes la quantité des pluies et leur répartition. Cette erreur provient de « la corrélation indiscutable et reconnue depuis longtemps entre la pluviométrie et le rendement des céréales, ainsi que de l'adaptabilité à des températures très différentes des principales cultures arbustives de Tunisie, olivier, figuier, grenadier, etc., etc ». Il définit ensuite les grandes zones thermiques naturelles et leurs caractéristiques : zones tropicales, subtropicales, tempérées chaudes, tempérées proprement dites, glaciales. A ce propos, il signale que l'altitude, les vents, la proximité de grandes masses d'eau empêchent les limites des zones climatiques de coïncider avec des parallèles géographiques et qu'« il n'y a pas de ligne de démarcation nette entre deux régions climatiques voisines. Chacune se perd insensiblement dans l'autre et c'est ainsi que se produisent les zones de transition... »

Puis, il donne la classification climatique des arbres fruitiers et leur adaptation climatique générale. Cette classification est basée sur la répartition des cultures commerciales des arbres fruitiers plutôt que sur leurs pays d'origine. On distingue ainsi les classes ci-après :

arbres fruitiers des zones tempérées, pommier, poirier, certaines variétés de cognassier, de prunier et de cerisier ;

arbres fruitiers des zones tempérées chaudes, prunier japonais, cerisier à fruits doux, pêcher, brugnionier, abricotier européen, cognassier oriental, noyer de France, noisetier, châtaignier ;

arbres fruitiers des régions subtropicales, classés suivant leur résistance à la gelée et comprenant notamment : amandier, figuier, pistachier, noyer du Chili, plaque-minier, pacanier, abricotier indigène (mech-mech), vigne, olivier, néflier du Japon, dattier, jujubier, cactus, feijoa ;

arbres fruitiers de la zone tropicale, bananier, ananas et papayer.

Après avoir indiqué les variations dans les limites de l'adaptation climatique, le rapport examine le problème de l'adaptation des arbres fruitiers commerciaux et les méthodes employées pour déterminer les régions fruitières naturelles. Cela a comporté en premier lieu l'établissement d'une carte des régions thermiques naturelles et la classification de ces régions, en second lieu le choix des arbres fruitiers les mieux adaptés à ces régions et pouvant, en considération des facteurs économiques, donner un bénéfice satisfaisant. Les observations faites en Californie et dans les centres fruitiers de la Régence ont servi de fondement à ce travail.

Un second chapitre est consacré à définir le climat de la Tunisie, ses caractéristiques générales, les principales régions thermiques naturelles, les principales régions fruitières naturelles. A cet effet, l'auteur a naturellement utilisé les travaux poursuivis et les statistiques recueillies depuis le début du Protectorat et particulièrement depuis 1901. Ces données lui ont fourni les lignes de démarcation supposées entre les régions naturelles. Il a contrôlé ces limites sur le terrain durant cinq mois, en observant le comportement des plantes indicatrices. Ces travaux ont permis de distinguer les régions naturelles suivantes, qui ont été décrites avec toute la précision nécessaire, et pour chacune desquelles ont été indiquées les ressemblances avec les régions de la Californie, du Texas ou de l'Arizona :

région des Hauts-Plateaux (zone tempérée chaude) comprenant toute la partie élevée de la Dorsale tunisienne, où la pomme, la poire, la prune, la pêche, la noix et la figue paraissent avoir le plus d'avenir pour le marché local ;

région intermédiaire du Nord, entre la précédente et

la région côtière nord, zone subtropicale comme celles qui suivront, où la prune, le pruneau, la noix, l'olive, le séchage et la conserve de la pêche, de l'abricot et de la figue, le raisin de table et le raisin sec semblent avoir le plus d'avenir;

région de transition du centre, comprenant les vallées et les plaines de la Dorsale et les hauteurs discontinues du Sud : l'olivier, l'amandier, le cerisier, et, pour les fruits à exporter frais ou comme primeurs, l'abricotier indigène et le pêcher, sont les arbres qui y donnent le plus de promesses;

région côtière nord, côte de la frontière algérienne à la latitude de Bou Fichta, y compris la presqu'île du Cap Bon, où la vigne (raisin de cuve, de table, sec), les agrumes, l'amandier, l'olivier, le caroubier, les abricotiers et les pêcheurs précoces semblent devoir le mieux réussir;

région côtière centrale faisant suite à la précédente, jusqu'à la latitude de Cekhira, avec l'olive, l'amande, le raisin de table précoce, la figue précoce de table ou à sécher, l'abricot indigène, la pistache et la caroube comme fruits paraissant avoir le plus d'avenir;

région des grandes plaines du centre, occupant les plaines intérieure du centre et du sud et dans laquelle l'olivier, l'amandier, la vigne à raisin précoce de table, la figue précoce, l'abricotier indigène précoce et le pistachier sont les plus intéressants pour l'avenir;

trois zones désertiques, Chott el Djerid, Matmatas, côte de Gabès à Zarzis, favorables au dattier, à l'olivier, à l'amandier, au figuier, à la vigne pour primeur, au pistachier.

Au point de vue climatique, la possibilité de produire des fruits qui mûrissent quelques semaines plus tôt qu'en Espagne, en France ou en Italie, constitue le principal avantage du centre et du sud tunisiens. M. Robert W. Hodgson estime « que nulle autre région de l'Afrique française du Nord n'est aussi favorisée pour cela ». Mais il « juge extrêmement douteux que le nord de la Tunisie ait un avantage climatique quelconque sur les localités protégées de l'Espagne et de l'Italie ».

D'après lui, « toutes les régions peuvent évidemment produire pour les marchés locaux », et, sous réserve des considérations économiques ou autres, « la culture fruitière de la Régence, faite en vue du commerce d'exportation, devrait se développer comme suit : production des fruits frais et précoces de qualité dans le sud et dans le centre, et fruits pour la conserve et le séchage dans le nord ».

Il indique que « l'horticulture de la Régence doit se fonder plutôt sur la culture des arbres très résistants à la chaleur et à la sécheresse, ou de ceux dont les fruits mûrissent assez tôt pour éviter l'extrême chaleur, la sécheresse et les autres dangers climatiques de l'été et de l'automne ».

Il considère que la région côtière nord, la région intermédiaire du nord et la région côtière centrale sont les plus aptes au succès de ce programme.

Un tableau des températures par régions et une carte des régions climatiques sont annexés à ce chapitre.

*
**

Pour l'eau, un premier paragraphe étudie les rapports entre l'eau du sol et celle des plantes et les effets produits par les caractéristiques du sol sur l'utilisation de l'eau. Ce sont là des notions d'ordre général.

Les ressources en eau de la Tunisie, leur développement, conservation et utilisation, font l'objet d'un second paragraphe. On y utilise les « données nombreuses et précises remontant presque au début de la période d'occupation »,

grâce « aux excellents travaux et rapports du service météorologique », et qui ont conduit M. G. Ginestous à distinguer quatre régions pluviométriques générales :

zone très pluvieuse, avec un total annuel supérieur à 600 mm. sur la partie extrême N.O. de la Régence;

zone pluvieuse, entre 600 et 400 mm., comprenant la vallée de la Medjerda et s'étendant au sud jusqu'à une ligne de Thala à Bou Fichta;

zone peu pluvieuse de 400 à 200 mm., au sud de la précédente jusqu'à une ligne de Feriana à Maharrès;

zone de pluies très légères, au-dessous de 200 mm., au sud de la précédente, jusqu'aux limites de la Régence.

Comme « la pluviométrie tunisienne se caractérise par son insuffisance et son irrégularité, la culture fruitière en Tunisie comporte plus de risques que les cultures annuelles ».

On se trouve en présence de deux problèmes très importants : utiliser au maximum les eaux de pluies et de ruissellement, assurer des réserves d'eau pour la saison chaude.

Le premier problème avait été efficacement résolu par les Romains. La méthode sfaxienne de la culture fruitière en terre sèche, l'utilisation des eaux de ruissellement dans la plaine de Kairouan, dans le Sahel de Sousse et aux Matmatas sont d'excellents exemples de technique moderne. Il ne reste qu'à étendre l'emploi de ces méthodes dans le pays.

L'obtention et la conservation des eaux d'irrigation, les ressources en eau de ruissellement sont passées en revue pour toute la Tunisie. Les moyens auxiliaires de la conservation des eaux sont indiqués.

*
**

A l'égard du sol, les besoins des arbres fruitiers et leur adaptation constituent un premier paragraphe, d'un caractère général.

Dans un second paragraphe, les sols tunisiens, leurs caractéristiques, leur répartition, leur adaptation aux cultures fruitières sont étudiés.

La grande diversité des sols est une des principales caractéristiques tunisiennes. Les sols tunisiens les plus fréquents parmi les plus favorables aux arbres fruitiers sont les terres hamri, sableuses, contenant moins de 20 o/o de limon et d'argile, les sols légers à moins de 15 o/o d'argile, avec 20 à 50 o/o de limon, les sols moyens et lourds, à plus de 50 o/o de limon, avec moins de 20 ou de 25 o/o d'argile, recouvrant une couche de tuf imperméable, située de 0 m. 50 à 1 m. 50 de profondeur. On les trouve pratiquement partout en Tunisie.

Chaque région climatique est examinée par rapport à la constitution de ses sols et par rapport à leur adaptation à la culture fruitière non irriguée. Un tableau donne les moyennes pluviométriques annuelles au-dessous desquelles il n'est pas prudent d'y planter des arbres fruitiers dans un but commercial.

*
**

La section II traite de la production des fruits en Tunisie, son état actuel, ses possibilités, son amélioration.

Elle débute par un Aperçu général sur la production fruitière. L'absence de statistiques détaillées et précises rend l'analyse de cette production très difficile. Il paraît opportun, néanmoins, d'utiliser les renseignements donnés pour étudier son développement et ses débouchés.

M. Robert W. Hodgson est convaincu que la plupart des habitants européens de la Tunisie sous-estiment l'im-

portance de la production fruitière tunisienne. Il croit la part des fruits dans l'alimentation indigène beaucoup plus grande qu'on ne l'estime couramment et la capacité de consommation de la population indigène pour ces produits très élevée, beaucoup plus que celle de l'Amérique ou de la plupart des pays européens.

Un tableau montre les quantités de fruits apportées sur le marché de Tunis de 1928 à 1930. Ce tableau ne met pas en évidence l'importance des principaux fruits tunisiens, olive, raisin et datté. Par contre, certains des fruits repris dans le tableau viennent d'Algérie et de Sicile. Un second tableau donne le détail des cultures fruitières de la Tunisie en quantité. Ces données sont la meilleure approximation de la situation qu'ait pu faire M. Robert W. Hodgson.

Les facteurs physiques, sols et pluies, permettent d'étendre beaucoup les cultures fruitières en Tunisie, par la sélection et la culture rationnelle des espèces existantes, plutôt que par l'introduction de nouvelles. Mais la considération des marchés est des plus importantes à ce sujet. Les marchés mondiaux sont accessibles aux fruits tunisiens et à leurs dérivés dont le coût de la production et la qualité peuvent supporter avec succès la concurrence mondiale, huile d'olive, certains vins, dattes deglas, quelques variétés d'oranges. Les marchés de primeurs peuvent intéresser les raisins, oranges, grapefruits, amandes vertes, figues fraîches, abricots, peut-être les pommes et les pêches. La production tunisienne est déjà assez abondante pour l'approvisionnement des marchés locaux, à condition qu'on améliore la répartition des produits entre ces marchés.

Le développement de la fruiticulture comportera la formation d'ouvriers pour la taille, l'éclaircissage, la récolte, le triage et l'emballage, l'amélioration des transports, l'extension de la réfrigération; la simplification et le perfectionnement des méthodes de vente, probablement sous la forme coopérative; la création de types de fruits et d'emballages pour l'exportation; le renoncement aux vacances estivales pour les producteurs des fruits qui mûrissent en été.

Malgré la situation défavorable des cultures fruitières dans le monde, la possibilité, pour la Tunisie, d'accéder sur le marché français pour y remplacer les importations étrangères, semble justifier pour M. Robert W. Hodgson l'extension des cultures fruitières dans le Protectorat.

*
**

Les différentes cultures fruitières tunisiennes sont ensuite examinées. Chacune de ces cultures est l'objet d'une étude technique où sont consignées de multiples observations de tout ordre à son sujet. On y relève de nombreuses et intéressantes références aux procédés employés et aux résultats obtenus en Californie pour les mêmes cultures.

A propos de l'olivier, le rapport conseille d'augmenter la production des olives de conserve, spécialement en traitant les olives vertes à l'acide lactique comme en Espagne. La production d'huile d'olive devrait être améliorée par les méthodes d'extraction les plus modernes et par l'adoption de standards de qualité. Il considère que les producteurs tunisiens d'olives et d'huile d'olive peuvent tenir la tête du marché grâce à leur bas prix de revient.

Pour la vigne, il préconise l'extension de la culture du raisin de table, un écartement plus grand des ceps, une taille moins sévère, l'éclaircissage des grappes et des grains, les méthodes modernes d'emballage et l'emploi de l'anhy-

dride sulfureux pour réduire la pourriture et les fermentations des exportations. La Tunisie doit faire aussi bien, sinon mieux, que l'Algérie, puisqu'elle produit des raisins plus précoces. Il n'y a pas de raison pour que la Tunisie ne joue pas un rôle dans le commerce des raisins secs.

Au sujet du dattier, il conseille la multiplication de la variété Menakher, plus belle, plus grosse et de même qualité que la Deglat, l'introduction de certaines variétés de l'Irak, une diminution de l'irrigation, la fumure par fumier de ferme et engrais verts, l'élimination des palmiers produisant de mauvais fruits, l'utilisation de la maturation artificielle pour certaines variétés de la région côtière, l'amélioration des manutentions et de l'emballage, la désinfection des exportations au sulfure de carbone dans le vide, la conservation des dattes par le froid. La culture du dattier pourrait s'étendre dans la Régence.

A l'égard des agrumes, la culture pour l'exportation des variétés Maltaise et Maltaise sanguine, l'abandon des labours profonds, l'emploi du fumier de ferme, l'opportunité d'une taille moins sévère, la nécessité d'améliorer les méthodes de récoltes, de manipulation et d'emballage motivent les remarques et les conseils les plus importants. La culture des agrumes peut se développer en Tunisie, pour les fruits de bonne qualité, avec la France comme débouché logique et sous le bénéfice préalable de tarifs préférentiels accordés à la Tunisie.

L'amandier est l'arbre le mieux adapté aux régions côtières et à celle des grandes plaines du centre. Les amandes décortiquées donneraient la vente la plus rémunératrice. L'avenir de la culture de l'amandier est des plus favorables pour le producteur tunisien, en raison du prix de revient relativement faible.

Il semble que les conditions soient favorables en Tunisie à la culture du figuier, avec production de figues de séchage, ne serait-ce que pour diminuer des importations très considérables. Il n'en est pas de même des figues de conserve, victorieusement concurrencée par les pêches et les ananas de conserve.

Le grenadier ne peut guère compter que sur les débouchés d'Algérie et de Tunisie. L'augmentation des plantations de cactus destinées au bétail ou au marché local est à conseiller.

L'abricot indigène est un excellent produit d'exportation et l'abricot de séchage peut être cultivé en Tunisie. Mêmes conseils que pour les fruits précédents au sujet des exportations éventuelles.

La culture du pommier n'épuise pas encore toute la faculté d'absorption du marché local et il est possible de produire de bonnes pommes indigènes de primeurs pour l'Europe en quantité limitée. Celle du poirier se présente dans des conditions analogues, mais le séchage et la préparation des conserves de poires sont des entreprises très spéciales à envisager d'abord sur une petite échelle. Le cognassier pourrait être quelque peu multiplié pour répondre à la demande indigène.

Il paraît indiqué de développer la culture du caroubier en raison de la valeur alimentaire de son fruit pour le bétail.

La culture du pêcher se développe déjà trop rapidement pour la consommation locale, la production des pêches sèches semble avoir un avenir plus encourageant. Celle des meilleures variétés de nêfles du Japon mériterait une expansion assez limitée pour l'exportation, moyennant des soins à la récolte et à l'emballage.

La prune a peu d'importance et un médiocre avenir. Le mûrier n'intéresse que la consommation locale. Par contre, le pistachier, actuellement en décadence, pourrait prospérer

de nouveau, en raison de sa forte production et du prix élevé de la pistache.

Le brugnonnier, peu répandu, peut être considérablement développé pour les marchés locaux, ainsi que le cerisier, très peu cultivé actuellement, avec possibilité d'un petit commerce d'exportation, vu l'extrême précocité des cerises et moyennant emballage irréprochable. Le bananier, très rare aussi, est sommairement cité.

*
**

Cette section s'achève par l'énumération de quelques arbres fruitiers dont la culture est intéressante ou possible. En premier lieu, des arbres subtropicaux rustiques dominant des noix : noyer, pacanier, noisetier, châtaignier. Puis, quelques arbres fruitiers subtropicaux rustiques : kaki ou plaqueminer, et jujubier de Chine. Ensuite certains arbres fruitiers subtropicaux délicats : avocatier, chérimolier, sapotillier, goyavier, feijoa et prunier du Natal. Enfin quelques arbres fruitiers tropicaux, papayer et ananas pour les oasis.

*
**

La Section III examine les encouragements à la culture fruitière en Tunisie. Elle rend hommage à ce qui a déjà été fait de ce chef dans la Régence. Mais le développement commercial et intensif de la culture des fruits vers lequel on tend exige des mesures nouvelles.

Avant tout, l'inventaire des facteurs naturels, climat, eau, sol, doit être fait. Une fois les ressources naturelles inventoriées, un programme de développement et de conservation devrait être établi et réalisé au plus tôt. Découvrir les variétés les meilleures, déterminer leur valeur commerciale et éliminer en conséquence les plants indigènes de qualité inférieure constituent les recherches les plus essentielles. Ceci exige des vergers d'enseignements soumis aux conditions d'exploitation commerciale. L'étude des insectes nuisibles et des maladies importantes, ainsi que la lutte contre eux, les études économiques et commerciales sont des nécessités primordiales. Un service spécial de vulgarisation éviterait des erreurs coûteuses et dangereuses aux nouveaux arboriculteurs fruitiers. Des bourses de voyage dans les pays étrangers, adonnés aux cultures fruitières, aideraient à la formation des jeunes agents destinés aux fonctions officielles de la vulgarisation. La réglementation des arbres de pépinière, la création de standards pour les fruits et leurs emballages, la vente coopérative sont les dernières mesures recommandées par le rapport.

Suivant M. Robert W. Hodgson, la plupart des organismes administratifs existants peuvent être utilisés sans grandes dépenses ni grandes difficultés pour la réalisation de ce programme, dont la création de spécialistes allant sur le terrain et celle de vergers d'essais et de démonstrations sont, à ses yeux, les articles les plus importants et les plus urgents.

*
**

Les conditions du succès des cultures fruitières, une fois admise l'existence d'un milieu naturel favorable, font l'objet de la section IV.

Les conditions fondamentales de ce succès sont : de bons arbres fruitiers, de l'eau, un sol de fertilité convenable.

Le rapport examine en détail comment elles peuvent être satisfaites : nécessité de variétés et de porte-greffes conve-

nables, d'arbres sains, bien venus, bien repris et bien formés pour la première, irrigation pour la seconde; fertilité suffisante du sol, ameublissement, fumure pour la troisième. Certaines conditions locales sont essentielles et presque aussi importantes : lutttes contre les insectes nuisibles et contre les maladies, protection contre les conditions atmosphériques défavorables, coups de soleil, vent, gelée.

Le rapport s'occupe ensuite des conditions accessoires utiles. Là, figurent les travaux d'ameublissement, la taille, l'éclaircissage des fruits, l'emploi des engrais verts.

Tous les conseils donnés dans cette section tendent à assurer pratiquement de bonnes récoltes de fruits marchands.

*
**

La section V et dernière étudie les conditions du succès dans la vente des fruits.

Il y a, d'abord, la production du fruit de bonne qualité, dont les principaux facteurs sont la santé et la vigueur des arbres, l'influence de la variété, une maturité convenable, une grosseur satisfaisante, et un aspect attrayant.

Il faut aussi employer de bonnes méthodes de manipulations, en prodiguant tous les soins possibles et assurer des conditions satisfaisantes de conservation.

La standardisation des produits est une base solide pour leur réputation. Elle consiste dans l'assortiment des fruits par grosseur et par qualité; pour certains fruits assez résistants, elle peut être assurée mécaniquement.

La séparation des fruits suivant qualité ou maturité est encore plus importante.

Un bon emballage est nécessaire et avantageux. La nature, l'aspect et la capacité de l'emballage réclament la plus grande attention.

Toutes ces conditions satisfaites, on arrive à la répartition et à la vente. Une bonne répartition de la vente exige des renseignements exacts sur les marchés, afin d'éviter l'encombrement ou la saturation de certains d'entre eux, au préjudice des prix de vente.

Le développement de la confiance commerciale, le recours à la publicité et le choix d'une direction compétente sont des facteurs indispensables au succès de la vente.

Et celui-ci ne saurait être mieux assuré que par la coopération des producteurs. Car aucune entreprise commerciale ne peut prendre autant de soin des intérêts des producteurs que les producteurs eux-mêmes.

« Le principe essentiel » de la vente coopérative, « c'est que chaque membre participe aux bénéfices et partage les risques en proportion directe de la qualité et de la quantité et par là, de la valeur des produits qu'il livre à l'entreprise ». Le rapport énumère divers types de coopératives de vente. Il donne comme exemple la *Californie Fruit Grower's Exchange* qui traite environ 75 o/o de la production californienne; elle assure la récolte, le transport, l'emballage, l'expédition et la vente des fruits, la pulvérisation ou fumigation éventuelle des arbres, l'achat des semences, engrais, outils, appareils et accessoires, le chauffage des vergers, avec un service de législation particulière à l'industrie fruitière. « Les associations qui ont le mieux réussi sont celles qui ont commencé modestement et se sont développées peu à peu en même temps que croissaient leur expérience et le talent de leur direction ».

La section et le rapport lui-même s'achèvent par quelques renseignements sur l'utilisation des produits de qualité inférieure. Il y a tout intérêt à éliminer des marchés ces sortes de produits. La meilleure solution consiste à les livrer aux marchés locaux, sans manipulation ni trans-

ports coûteux, quand cela est possible, ce qui serait justement le cas de la Tunisie. En Californie, cette méthode n'arrive pas toujours à couvrir le prix de revient. On est donc conduit à la fabrication et à la vente des produits dérivés des fruits, cette transformation étant surtout effectuée par les associations coopératives. Le bas prix des fruits tunisiens et le faible coût de leur transformation font supposer que la fabrication de leurs sous-produits serait avantageuse dans la Régence, même pour le producteur isolé. Il pourrait cependant arriver que la concurrence étrangère imposât pour cette fabrication l'organisation coopérative.

*
*
*

Le rapport de M. Robert W. Hodgson constitue donc, au point de vue technique, une revue complète de la situation présente de la fruticulture tunisienne, ainsi que de ses possibilités d'amélioration et de développement. Il considère que la Tunisie paraît être la plus avantagée des possessions françaises de l'Afrique du Nord pour cette culture, grâce à son climat, à sa position géographique et à son bas prix de revient, mais il ne lui reconnaît pas de supériorité certaine sur les localités protégées d'Espagne et d'Italie. Comme sa production est déjà suffisante pour la consommation locale, moyennant une meilleure répartition des produits entre les divers marchés, c'est seulement par l'exportation qu'on pourrait en assurer une expansion appréciable. A cet effet, M. Robert W. Hodgson envisage surtout l'exportation en France, grâce aux tarifs préférentiels que la Tunisie pourrait attendre de l'union douanière pratiquement réalisée entre elle et la métropole, et par substitution aux importations actuelles des pays étrangers en France.

Le rapport conteste certaines idées courantes en Tunisie, notamment sur l'influence prépondérante de la température ou de la pluviosité pour la culture fruitière, sur la valeur réelle de la production et de la consommation des fruits chez les indigènes. Il rend justice à ce qui a déjà été fait dans la Régence pour la technique de cette branche de l'agriculture, par exemple en matière de culture sèche et d'irrigation, de même que pour la conseiller et pour l'encourager.

M. Robert W. Hodgson se défend d'aborder l'aspect économique de la question, mais, en fait, cette partie du problème est tellement prédominante qu'il ne peut éviter de s'y référer à différentes reprises. Ainsi, quand il subordonne au prix de revient le choix des cultures à préconiser, l'utilisation des sous-produits, l'exportation. D'autre part, il ne manque pas de recommander, comme une des conditions capitales de succès pour l'expansion de la fruticulture, la création d'un organisme de recherches économiques.

Les indications statistiques du rapport se ressentent fortement des lacunes de la documentation officielle sur l'importance et sur la valeur de la production et de la consommation fruitière.

En somme, l'œuvre de M. Hodgson est surtout technique, nourrie d'innombrables observations faites sur le terrain et enrichie de multiples comparaisons avec les méthodes californiennes. Cette étude précieuse mérite donc de retenir au plus haut degré l'attention des techniciens et des praticiens agricoles de la Tunisie. Il convient qu'ils l'étudient dans tous ses détails pour la confronter avec leurs méthodes et avec leur expérience, afin d'en tirer tout le parti possible.

On ne peut manquer d'être frappé par la prudence des conseils et des conclusions formulés dans le rapport. Peut-être doit-on voir là une conséquence des dures épreuves

qu'inflige l'heure présente aux théories américaines de la production à outrance et de l'enrichissement illimité. Il est vraisemblable que si la mission Hodgson avait eu lieu deux ou trois ans plus tôt, elle aurait fait entendre une note bien plus optimiste. On peut cependant trouver qu'elle n'attend pas suffisamment la consécration du temps pour apprécier à leur juste valeur l'essor de la culture fruitière en Californie et l'expansion de l'oléiculture en Tunisie. De toute manière, cette modération contraste avec les espoirs exagérés qu'avaient conçus les premiers protagonistes du développement de la fruticulture dans l'Afrique française du Nord. Il s'agissait pour eux de substituer cette culture et la culture maraîchère à la céréaliculture et à l'élevage déclarés incapables d'enrichir désormais ceux qui les pratiquent. On proclamait alors que « la création d'une industrie fruitière et maraîchère, véritable vocation de l'Afrique du Nord » permettrait à nos possessions de faire « non pas aussi bien que la Californie..., mais... beaucoup mieux qu'elle (1) ». L'étude de M. Robert W. Hodgson aidera grandement à définir les justes proportions et les limites extrêmes de ce problème, telles que nous avons essayé de les déterminer nous-même, dès 1930 (1). Il n'y a aucune impossibilité technique au développement de la culture fruitière en Tunisie. Mais ce développement est conditionné, avant tout, par la capacité de consommation locale, et, pour le surplus par la création des débouchés indispensables, en concurrence avec l'Algérie et le Maroc, les pays de l'Europe méridionale, et certains Etats de l'Amérique, dont les Etats-Unis, moyennant la solution préalable des difficultés inhérentes aux questions de transport et aux tarifs douaniers. Tout cela implique surtout la mise en jeu progressive d'initiatives privées ou de groupements restreints, plutôt qu'une action brusquée et massive, telle qu'on la projetait au début, sous l'influence des idées alors en vogue. Au demeurant, il y a là, possibilité de cultures supplémentaires, mais non pas d'une révolution radicale substituant la culture fruitière à la culture céréalière.

La mission analogue que M. Hodgson doit remplir au Maroc, celle composée de cinq spécialistes, que l'Algérie envoie présentement dans l'Amérique du Nord, aboutiront vraisemblablement à des conclusions voisines.

Tout en reconnaissant la très utile contribution de la mission Hodgson à la solution du problème de la fruticulture en Tunisie, il faut admettre que, pour ce qui concerne l'exportation des fruits, l'aspect économique de ce problème demeure primordial. Or, il n'a pas encore été examiné. En supposant que les experts tunisiens se déclarent techniquement d'accord avec M. Robert W. Hodgson sur les cultures fruitières à développer dans leur pays, il reste à étudier quels seraient leurs prix de revient, les quantités qu'on pourrait écouler en Tunisie, en France ou à l'étranger, ainsi que les prix de vente correspondants, compte tenu de la concurrence des autres pays producteurs, les dispositions à prendre pour leur manutention et leur transport, les tarifs de faveur et les consolidations douanières à obtenir pour travailler avec la sécurité indispensable, les capitaux à investir suivant l'importance des cultures entreprises. C'est seulement dans les conclusions d'une pareille étude que la Tunisie trouvera la solution concrète du problème de la fruticulture dont M. Robert W. Hodgson vient d'examiner les divers aspects agronomiques avec toute la compétence requise.

(1) *La colonisation nord-africaine : l'exemple de la Californie*, par FERNAND LABORDE (Bulletin du Comité de l'Afrique française, novembre 1930 et avril 1931).

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

L'azote actif. — Lorsque l'azote raréfié vient d'être traversé, dans des conditions favorables, par certaines formes de la décharge électrique, il est le siège d'une luminescence jaune que l'on voit persister pendant des secondes et même pendant des minutes. L'observation de ce phénomène, faite tout d'abord par Lewis en 1900, a été le point de départ de nombreuses recherches sur ce qu'on a appelé l'azote actif, dont M. Mund, dans la *Revue des Questions Scientifiques de Bruxelles* (20 mars 1932) a fait une étude critique très complète.

Tout d'abord, il importe de préciser dans quelles conditions s'observe cette luminescence persistante de l'azote. N'importe quelle décharge traversant l'azote sous une pression de l'ordre de 0,1 à 5 mm. de mercure, s'accompagne de phénomènes lumineux (tubes de Geissler). Mais la persistance d'une lueur jaune, souvent très brillante, qu'on peut apercevoir soit après l'interruption du courant, soit dans un tube latéral où l'azote est aspiré par une pompe, ne peut être obtenue que si la décharge est intensifiée par l'emploi d'un condensateur.

Il semble bien que la puissance et la discontinuité des courants soient les facteurs les plus importants dans l'activation de l'azote. On peut le démontrer grâce à l'expérience suivante, réalisée tout d'abord par Strutt. Lorsque l'azote activé est aussitôt soumis à une deuxième décharge, beaucoup plus faible, produite, en l'absence de capacité, dans le circuit secondaire d'un transformateur approprié, la luminescence se trouve notablement affaiblie et peut même subir une extinction complète.

Les observations déjà anciennes de Comte tendent à démontrer que l'azote parfaitement pur et, en particulier, exempt d'oxygène ne conserve pas la luminescence. Strutt a reconnu lui-même qu'à défaut d'oxygène, la présence de quelque autre impureté gazeuse en proportion infinitésimale est indispensable à la production d'une lueur persistante. Pourtant cette lueur est véritablement due à l'azote lui-même.

Parmi les propriétés de l'azote actif, il convient de signaler qu'un certain nombre de métaux à l'état de vapeur réagissent avec l'azote actif pour former des nitrures dont l'existence peut être décelée par voie spectroscopique, que l'oxyde azotique introduit dans l'azote activé produit une lueur verdâtre à spectre continu.

De nombreuses théories ont été proposées. L'une des plus en faveur à l'heure actuelle consiste à admettre que l'azote se présente sous une forme mono-atomique. Certains auteurs font même intervenir diverses formes atomiques. Comme l'écrit M. W. Mund « Malgré le caractère séduisant de cette hypothèse, l'on ne saurait prétendre que le comportement de l'azote traversant une décharge électrique soit, à l'heure actuelle, entièrement élucidé. Il reste aux expérimentateurs à résoudre bien des problèmes et, en particulier, à étudier de plus près le mécanisme intime des réactions chimiques que l'azote actif est capable de provoquer ».

A. Bc.

Histoire des Sciences

Les sciences physiques. — A la leçon d'ouverture du cours d'histoire des sciences physiques et mathématiques de l'Université de Bruxelles, M. J. Pelseneer (*Revue de l'Université de Bruxelles*, décembre 1931-janvier 1932) a fort heureusement insisté sur l'intérêt que présente d'un point de vue général l'histoire des sciences.

Si l'histoire de la physique, indique M. Pelseneer, est encore relativement très peu développée, cela tient beaucoup au fait que cette science a progressé en grande partie en marge des centres d'enseignement, et que surtout ce progrès s'est souvent poursuivi dans le secret. D'où la difficulté de trouver des documents.

Ce point a été déjà souligné par Ch. Fabry.

« De nos jours, il y a un lien étroit entre les idées théoriques des physiciens, leurs recherches de laboratoire, et d'autre part, les procédés employés par les ouvriers dans les ateliers, si bien qu'en lisant les ouvrages des uns, on peut se faire une idée assez nette de ce que font les autres; au xiv^e siècle, la fabrication des bécicles était tort développée, l'usage des lunettes était répandu dans toute l'Europe, et le peu que l'on trouve dans les écrits provenant des écoles ne dénote qu'une connaissance rudimentaire de la théorie de l'œil et des lois de l'optique. Entre les deux catégories d'hommes, artisans et docteurs, il n'y avait à peu près aucun lien. De même, à l'époque où les principes de la mécanique étaient, dans les écoles, encore bien mal assis, les bâtisseurs de cathédrales trouvaient, par des moyens que nous ignorons, à des problèmes de statique et de résistance des matériaux, des solutions qui pourraient effrayer plus d'un ingénieur de notre temps ».

Il faut reconnaître aussi que, dans les sciences d'observation, le hasard joue un rôle. Il n'en est pas de même pour les mathématiques, où la part du hasard apparaît comme si réduite qu'on peut dire que leur histoire est non seulement l'histoire de la science par excellence, mais l'histoire même de la pensée. Et si l'on considère toutes les histoires possibles, c'est incontestablement celle dont le développement est le plus rationnel. « Les mathématiques, écrivait P. Boutroux, n'étant ni guidées par l'expérience, ni suscitées par les événements de la vie, dépendent plus que toute autre discipline de l'invention et des conceptions de leurs auteurs ».

Cependant, malgré les difficultés que présente l'histoire des sciences, elle apparaît encore susceptible de plus de précision que l'histoire des transformations politiques et sociales. « On ne peut songer, écrit l'auteur, à établir systématiquement en histoire des liens nécessaires entre les choses, car les faits historiques sont trop souvent la conséquence de causes imprévisibles dont la nature se dérobe à l'étreinte de la raison » et il ajoute : « Il arrive souvent aux savants de se trouver avoir fondé bien des choses qu'ils ne prévoyaient guère; la science est telle, cependant, qu'il ne leur advient jamais d'avoir à protester contre des conséquences qui suscitent leur étonnement; et c'est là une différence fondamentale entre les hommes de science et les hommes d'Etat, ceux-ci voyant maintes fois découler de leurs actes des faits en contradiction formelle avec leur volonté ».

En étudiant avec soin la genèse d'une découverte, on finit par trouver qu'elle a été graduellement préparée par d'autres découvertes moindres et l'on voit le nombre des stades intermédiaires s'accroître.

A. Bc.

Aviation

Le Clinogyre. — Le développement de l'aviation a évidemment pour condition principale le sentiment de la plus ou moins grande sécurité des passagers : sécurité contre l'incendie, sécurité contre les ruptures, sécurité contre les pannes de moteur, sécurité dans le brouillard

et surtout, sécurité aérodynamique, c'est-à-dire, stabilité de l'appareil à l'envol, en vol et à l'atterrissage.

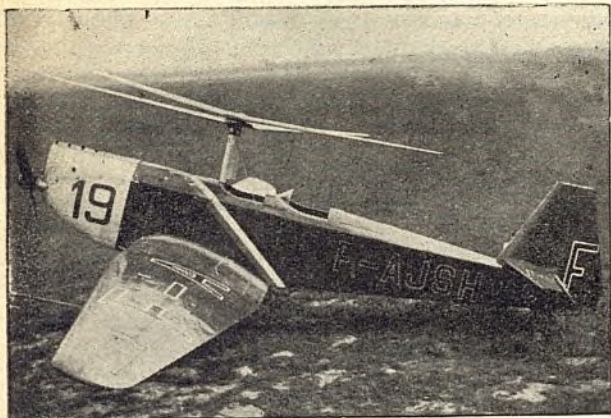


Fig. 1. — Clinogyre posé sur le terrain.

Ces différents problèmes ont reçu diverses solutions, mais aucune, jusqu'à présent, n'est plus intéressante que celle des voilures tournantes.

On sait en quoi consiste cette innovation due à divers inventeurs, notamment Chauvière, et finalement réalisée par M. de la Cierva.

Le clinogyre est une nouvelle réalisation extrêmement

intéressante et, semble-t-il, plus efficace que l'autogyre. Cet appareil a été ajouté à un monoplan Caudron, dont



Fig. 2. — Clinogyre en vol horizontal.

il constitue un second plan pour former ainsi un biplan : les deux voilures, l'aile fixe et la voilure tournante ayant à peu près la même portance.

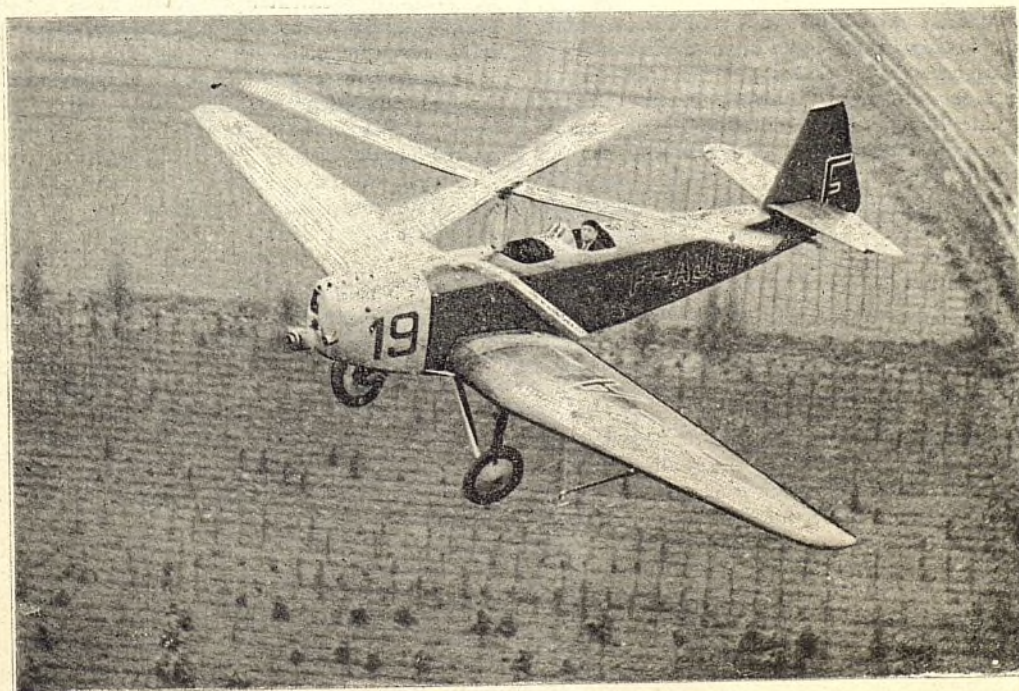


Fig. 3. — Clinogyre en vol.

Le clinogyre n'est d'ailleurs pas seulement une voilure tournante. Quand le vent relatif souffle sur un moulin, il le fait tourner; mais, si l'on imagine de recourber, avec des incidences parfaitement calculées, les extrémités des pales du moulin, on peut réaliser un appareil qui

tourne toujours sous l'effet du vent relatif, mais dont les extrémités sont actives, de sorte qu'elles soufflent du vent contre le vent relatif. Le clinogyre est donc, si l'on peut s'exprimer ainsi, un appareil qui utilise le vent à souffler contre le vent. Dans une chute quasi verticale,

le freinage du clinogyre sera donc beaucoup plus efficace que le ralentissement procuré par une voilure simplement tournante. Dans le vol normal, le clinogyre portera beaucoup mieux que la voilure tournante.

Le projet d'un appareil de ce genre a nécessité, bien entendu, des calculs aérodynamiques fort complexes des

ingénieurs-constructeurs Odier et Bessière, calculs qui ont reçu la double consécration : d'abord d'essais sur chariot, effectués sous la direction de M. Toussaint, directeur de l'Institut Aérodynamique de St-Cyr; ensuite, de vols effectués dans la région de Guyencourt.

Ces derniers essais, essentiellement pratiques, ont con-

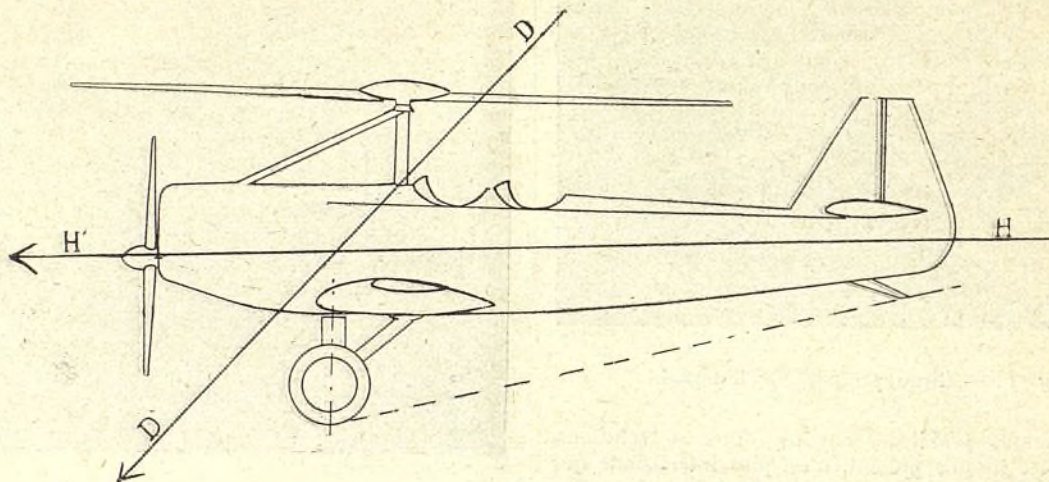


Fig. 4.

H H' Trajectoire en vol horizontal.

D D' Trajectoire en descente (moteur coupé ou ralenti).

firmé les excellentes qualités de manœuvrabilité de l'appareil. D'une part, l'avion clinogyre décolle après un lancement sur le sol beaucoup moins long que le roulage indispensable à l'envol d'un avion ordinaire. Ensuite, dans les airs, le biplan en question a évolué avec la plus grande aisance. Enfin, l'atterrissage se fait sur un terrain de surface extrêmement réduite. Il faut signaler, en outre, qu'une fois posé sur ce terrain, l'appareil ne risque pas, comme l'autogyre, d'être renversé par un vent latéral ou oblique.

Tant d'avantages ont évidemment une contre-partie : la traînée de la voilure clinogyre est un peu plus élevée que la traînée d'une voilure fixe, de sorte que la vitesse

de l'avion est un peu réduite; mais cette réduction, de l'ordre de 25 km. à l'heure par temps moyen, est peu de chose relativement à la sécurité plus complète et aux grandes facilités que l'on a d'atterrir, si cela est nécessaire, sur n'importe quel terrain.

Le clinogyre se présente comme un avion de tourisme familial qui permettra, sans doute, des excursions analogues à celles que l'on peut faire, actuellement, en automobile et plus intéressante d'ailleurs. Quelle que soit la fortune de ce nouvel engin, nous pouvons dire qu'il constitue une contribution importante aux problèmes de la sécurité de l'aviation.

ED. MARCOTTE.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

L'évolution parallèle des différents types de machine marine. — J'ai fréquemment insisté, au cours de cette technique, sur le fait fondamental que le progrès technique n'avait pas eu pour conséquence, en matière de propulsion, d'opposer des conceptions rivales, en vue d'aboutir à plus ou moins bref délai au triomphe définitif de l'une d'entre elles, mais, au contraire, de préciser le genre d'utilisation correspondant plus particulièrement à chacune et, par là-même, d'arriver à satisfaire d'une façon toujours plus précise à chaque catégorie d'utilisation pratique.

A la fin de l'année écoulée, les machines marines en construction dans les divers chantiers du monde se répartissaient de la façon suivante : 99 appareils à machines alternatives, représentant une puissance globale de 108 000 CV.; 35 à turbines, totalisant une force de 978 000 C.V. et 230 moteurs à combustion interne, totalisant 619 000 C.V.

On voit ainsi s'affirmer pareillement la suprématie de

la turbine pour la réalisation des fortes puissances et, d'autre part, le progrès du Diesel pour la propulsion des navires de tonnage moyen. Toutefois, la machine alternative conserve une position honorable pour les applications à faible puissance, où la simplicité de fonctionnement présente un avantage décisif.

En ce qui concerne le rendement *théorique* des divers types d'appareils, M. Sterry B. Freeman, dans une communication, présentée en janvier à l'*Institution of Mechanical Engineers*, travail très documenté et fort instructif, s'arrêtait aux termes moyens suivants. Le rendement thermique global d'un appareil à machines alternatives, dont les chaudières fonctionnent à vapeur saturée est de 11 o/o. La surchauffe permet d'élever ce taux à 13 1/2 o/o et l'adjonction de turbines d'échappement à 16 o/o.

Le même rendement de 16 o/o caractérise les appareils à turbines, fonctionnant à vapeur saturée et à basse pression. L'emploi des hautes pressions et de la surchauffe permet de réaliser des rendements de 24 à 27 o/o. Le rendement des moteurs Diesel des types courants atteints en moyenne 35 o/o. On l'élève à 37 o/o, en utilisant des

chaudières de récupération sur l'échappement des gaz. Le moteur type *Still* atteint, d'autre part, le rendement remarquable de 43 o/o.

En ce qui concerne plus particulièrement les turbines, la tendance générale est, on le sait, d'utiliser des pressions et des températures de plus en plus élevées. A ce point de vue, la surchauffe a été poussée plus loin que la pression de régime, en dépit des difficultés sérieuses qui peuvent provenir du danger de déformation de certaines pièces, pour des températures dépassant l'ordre de 310 à 315°. Les progrès de la métallurgie ont d'ailleurs permis déjà d'abaisser sensiblement le supplément de frais de premier établissement qui résulte de l'accroissement des pressions et des températures.

En cas de chauffe au mazout, les consommations des appareils à turbines les plus récents se chiffrent à des moyennes de 273 à 276 grammes par cheval-heure, alors que les appareils de trois ou quatre années antérieures consomment de 320 à 330 gr. Le taux descend même à 258 gr. pour l'*Empress of Britain* de la *Canadian Pacific*.

Pour la chauffe au charbon, les taux de consommation se maintiennent en moyenne entre 475 et 500 gr. Avec les machines alternatives à triple expansion récentes, la consommation de charbon s'élève à 510 et 515 gr. En alignant des turbines d'échappement, on a abaissé ce chiffre à 453 gr. Toutefois, l'usage de ce dernier système, dont il existe plusieurs variétés (Bauer Wach, Parsons, Brown Boveri, Vickers) ne peut être avantageux que pour des puissances atteignant au moins 1 000 CV, sous peine de complication excessive relativement au gain réalisé; d'autre part, au-delà de 6 000 CV, il y a intérêt à adopter les turbines pour la totalité de la puissance.

Les navires à moteurs Diesel sont tous relativement modernes : le *Zelandia*, qui fut le premier cargo à moteur, remonte à 1911; il est d'ailleurs encore en service. Il est à remarquer que dès le début, le rendement mécanique du moteur marin était très élevé, par rapport à la machine à vapeur, puisqu'il atteignait déjà l'ordre de 75 o/o, avec des consommations de 190 à 205 grammes par cheval-heure. Les meilleurs appareils récents réalisent des rendements de 83 o/o avec des consommations de 163 à 168 grammes. C'est sur le poids qu'ont été réalisés les progrès les plus sensibles; le poids par cheval (puissance sur l'arbre) descend de 318 kgs pour le *Zelandia* à 138 kgs pour le *Kalundborg* de 1931.

Dans l'état actuel de la technique, il est concevable qu'il soit parfois assez difficile pour un armateur de fixer son choix sur tel type de machine plutôt que sur tel autre, lorsque les conditions concrètes de l'exploitation n'imposent pas d'exigences bien définies.

D'après M. Freeman, un appareil à turbines ordinaires, consommant en moyenne 450 à 520 grammes, selon qu'il chauffe au charbon ou bien au mazout, représente un coût initial d'environ 90.000 livres sterling et un total annuel de frais d'exploitation (combustible, matières consommables, réparations, salaires, nourriture, amortissement, etc.), de 37 à 41.000 livres. Avec une installation plus perfectionnée et comportant des auxiliaires électriques, consommant 270 gr. de mazout, le total des frais s'abaisse à 33.600 livres, mais le coût initial à 98.500 livres.

Une installation à moteurs Diesel, comportant une consommation de 180 gr., entraîne un coût initial de 101 à 110.000 livres et des frais d'exploitation de 30 à 31.400 livres.

Toutefois, les chiffres qui précèdent sont fondés sur les rapports suivants entre les prix des divers combustibles : charbon 100, mazout de chauffe 168, gas oil 217. La proportion peut varier d'une façon considérable suivant

le port d'achat; ainsi, dans certains ports américains, la différence entre les prix du charbon et du mazout est très faible.

Un autre élément de la question, susceptible d'acquiescer une importance notable, sur les bâtiments de charge en particulier, est le facteur encombrement. A ce point de vue, le moteur à combustion présente une supériorité incontestable. En dépit de la multiplicité des auxiliaires, la longueur d'encombrement de l'appareil moteur est toujours sensiblement moindre sur un navire à moteurs, sous réserve des dispositifs spéciaux. Par exemple, cette longueur est respectivement, sur l'*Empress of Japan*, à turbines, et l'*Augustus*, à moteurs, (les deux appareils développant environ 25 000 CV.), de 57 m. 45 et de 49 m. 38.

Si l'on considère la longueur d'encombrement rapportée à la puissance unitaire de 1 000 CV, on voit que les turbines comportent un encombrement moyen compris entre 3 m. 40 et 3 m. 80, qui descend dans l'un des cas les plus favorables à 2 m. 20. Avec les moteurs Diesel, on constate des moyennes de 2 m. 30 à 2 m. 70, avec minimum de 1,91. D'autre part, l'encombrement relatif au combustible liquide, logé en grande partie dans le double fond, est nécessairement très inférieur à celui que comporte le soutage du charbon.

LOUIS BASSO.

Travaux publics

La route en béton armé (1). — Il a déjà été question dans les premiers volumes de cet Ouvrage, des avantages que présente l'emploi des liants hydrauliques pour la constitution des revêtements de chaussées modernes. Bien exécutée, la route en béton est solide et durable et les frais d'entretien en sont minimes. Elle est rigide, indéformable, et grâce à son imperméabilité, n'est pas influencée par les intempéries. C'est elle qui offre aux véhicules automobiles, le coefficient de traction le plus réduit, ce qui se traduit pour l'usager par une économie d'essence et de pneumatiques. Elle est sûre parce qu'elle n'est pas glissante, même sous la pluie. Enfin, sa couleur claire lui donne de nuit une excellente visibilité.

La route en béton a déjà pris en Amérique une extension considérable.

Plus lent en Europe où le problème est un peu différent, et où il existait déjà un réseau routier dont l'amélioration ne justifie pas toujours l'investissement de capitaux aussi importants, son développement y est néanmoins continu et l'augmentation sans cesse croissante de la circulation automobile en imposera de plus en plus l'emploi à l'attention des Pouvoirs publics.

Aussi, l'étude des revêtements bétonnés a-t-elle été l'un des principaux sujets qui ont retenu l'attention des plus récents congrès internationaux de la route; mais tandis que les techniciens de tous les pays sont actuellement d'accord sur les conditions de préparation du sous-sol, d'épaisseur de la dalle, de composition et de dosage des bétons, sur la nécessité de créer des joints de dilatation et de contraction pour éviter la fissuration, l'emploi des armatures métalliques pour la consolidation des dalles de béton est encore discuté et reste actuellement en France exceptionnel.

Les adversaires de l'emploi des armatures estiment qu'une chaussée en béton doit avant tout présenter une résistance maximum à la compression, tandis que l'ar-

(1) Cf. *Les Matériaux des Constructions Civiles et des Travaux Publics*, Gauthier-Villars, édit., Paris.

mature, en admettant qu'elle soit convenablement calculée, ne peut augmenter que la résistance à la flexion et au cisaillement. Il en résulte que, considérée au point de vue de la résistance de la dalle à la circulation, l'armature paraît surtout intéressante dans les cas où cette dalle devra travailler à la flexion ou au cisaillement, ce qui est précisément le cas si la chaussée est construite sur une fondation mauvaise sujette à des tassements ou à des dislocations de nature à créer des vides partiels sous la dalle monolithique. Ces armatures peuvent être constituées par des fers lisses assemblés sur place ou préalablement soudés et livrés en rouleaux prêts à être posés ou par du métal déployé.

La Société d'Etudes de la route en béton, dont nous avons déjà mentionné les intéressants travaux dans nos précédents volumes, a fait exécuter à Bourges, en 1929, un revêtement en béton armé sur la route nationale n° 76, avenue des Prés-le-Roi. L'ancienne chaussée en macadam était établie sur un terrain argilo-vaseux de très mauvaise qualité dans la traversée des marécages, qui avoisinent le confluent de différentes rivières qui se réunissent à Bourges. La dalle a été posée sur un lit de sable de 25 cm. d'épaisseur convenablement damé et maintenu latéralement par des murettes en béton, armées au moyen de treillis de fer rond dont le prolongement assure la liaison avec le béton de la dalle. Celle-ci est constituée en deux couches d'une épaisseur totale de 18 cm. sur l'axe et 22 cm. au bord. Cette dalle est armée par une nappe de métal déployé n° 14 posée entre les deux couches de revêtement, c'est-à-dire à 6 cm. de la surface. Depuis l'achèvement des travaux cette chaussée en béton de 6 000 m² de superficie se comporte très bien et sauf en un point, ne présente actuellement encore aucune trace de fissuration.

On peut dire que dans cet exemple concret l'armature est appelée à remplir un double rôle. Elle assure d'abord une bonne résistance du revêtement à la flexion en cas de fléchissement du sous-sol.

Elle a, d'autre part, également pour effet d'empêcher dans une certaine mesure la formation de fissures superficielles ou d'en limiter l'extension. Le rôle de l'armature métallique utilisée comme remède à la fissuration des dalles de béton est encore actuellement controversé.

Il semble néanmoins résulter des nombreuses expériences américaines qu'un emploi judicieux d'armatures appropriées permet de lutter efficacement contre la formation des fissures et que, dans le cas où des fissures capillaires se produisent sous l'action du retrait ou de la dilatation du béton, elles en empêchent l'élargissement et l'extension.

Dans ce cas, l'armature, si elle n'a pas à assurer une résistance supplémentaire de la dalle à la flexion, peut être constituée d'un treillis métallique léger qu'il convient de placer aussi près que possible de la surface du revêtement. Les Américains emploient généralement dans ce but des treillis à mailles soudées, constitués par des fers torsadés, striés ou cannelés afin d'assurer une adhérence parfaite du fer et du béton.

La pose de l'armature au niveau convenable ne présente aucune difficulté si l'on peut utiliser des nappes préparées d'avance et ne ralentit par l'avancement du chantier. Dans le cas où le revêtement est construit sur un terrain médiocre, il peut y avoir intérêt à armer la dalle d'un double réseau : un treillis inférieur lourd placé près de la fondation et destiné à augmenter la résistance à la flexion et un treillis superficiel léger dont le rôle est d'éviter la formation des fissures.

Quoi qu'il en soit on peut affirmer que dans l'état actuel de la technique routière, l'emploi des armatures

métalliques dans les chaussées en béton a déjà donné des résultats très intéressants et nous sommes convaincus que la dalle en béton armé avec les perfectionnements que les ingénieurs qui étudient ce problème ne manqueront pas d'y apporter encore, paraît constituer une des solutions les plus parfaites du problème de la route moderne soumise à une circulation sans cesse croissante de véhicules automobiles de plus en plus lourds et rapides.

Ed. M.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 juillet 1932.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Schauder* (prés. par M. E. Cartan). — Sur le problème de Dirichlet généralisé par les équations non linéaires du type elliptique.

HYDRODYNAMIQUE. — *J. Ottenheimer* (prés. par M. E. Jonguet). — Sur le déplacement de l'eau et sur la nature des ondes enregistrées dans les explosions sous-marines.

— *D. Riabouchinsky* (prés. par M. H. Villat). — Recherches expérimentales sur la naissance des cavitations.

ASTRONOMIE. — *H. Mineur, R. Canavaggia et M. L. Fribourg* (prés. par M. Hadamard). — Sur la corrélation entre la vitesse d'ensemble des étoiles et leur distance au plan galactique.

SYSTÈMES DISPERSÉS. — *R. Audubert* (prés. par M. J. Perrin). — La théorie de Debye et Huckel de l'électrophorèse.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Pauthenier, M. Moreau-Hanot et R. Guillian* (transm. par M. Cotton). — Charge des petites sphères diélectriques dans un champ électrique ionisé.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *J.-J. Trillat et Th. v. Hirsch* (prés. par M. de Broglie). — Diffraction des électrons par des cristaux uriques : cas de la paraffine et des acides gras saturés.

Cette Note donne les résultats d'expériences ayant porté sur la diffraction des rayons cathodiques par des cristaux de paraffine et d'acide stéarique. L'étude des clichés obtenus a permis de mettre en évidence la présence dans la même préparation des deux formes polymorphiques α et β qui ont par suite de l'inclinaison de la chaîne carbonée des paramètres différents dans le plan de base. Ce sont surtout les positions des fortes taches qui permettent de distinguer facilement entre les deux formes.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *P. Girard et P. Abadie* (prés. par M. J. Perrin). — Confrontation avec l'expérience de la théorie de la dispersion dans le domaine hertzien.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *P. Auger* (prés. par M. J. Perrin). — Emission de neutrons lents dans la radioactivité provoquée du glaucinium.

Les résultats montrent que plus de la moitié des protons projetés possèdent une énergie inférieure à 300 kilovolts-électrons, et que beaucoup d'entre eux en ont une inférieure à 100 k. Ve. On peut faire en dehors de l'hypothèse vraisemblable des neutrons lents, la supposition qu'il existe un mode de transfert d'énergie des neutrons rapides aux protons, leur permettant de les projeter avec de faibles vitesses dans des directions pouvant être voi-

sines de la leur. Cependant, la première hypothèse pourrait être mise en relation avec l'existence d'une émission de rayons γ par les mêmes sources. L'énergie rendue disponible par la transmutation du glucinium en carbone pourrait se porter sur le neutron, ou bien se partager entre le neutron et un photon γ (ou plutôt une excitation du noyau du carbone se résolvant par l'émission d'un photon γ).

— *F. Perrin* (prés. par M. Jean Perrin). — La constitution des noyaux atomiques et leur spin.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *Ch. Haenny* (prés. par M. G. Urbain). — Biréfringence magnétique de sels de terres rares en solution aqueuse.

Un tableau donne les valeurs des biréfringences des nitrates de terres rares en solution pour la radiation verte du mercure ($\lambda = 546 \text{ m}\mu$), rapportées à celle du nitrobenzène prise égale à 100 dans les mêmes conditions; il montre que ces nitrates peuvent donner lieu à des biréfringences magnétiques des deux espèces : positives ou négatives.

OPTIQUE. — *P. Tarbès* (prés. par M. A. Cotton). — Méthodes pour l'étude de la soudure et de la dilatation des verres. Compensateur de biréfringence.

La méthode consiste à mesurer par la biréfringence qu'ils produisent les efforts développés dans une éprouvette de soudure. L'éprouvette est réalisée en soudant au chalumeau les deux verres façonnés en baguettes cylindriques, la surface de séparation étant laissée bien plane. On recuit pour éviter la trempe. Les efforts résultant des contractions inégales donnent naissance à des biréfringences rayonnantes, de sens opposés de part et d'autre de la soudure.

— *L. Sosnowsky* (prés. par M. M. de Broglie). — Sur la polarisation des bandes de fluorescence de la vapeur de cadmium.

Les expériences ont permis de constater que les bandes de Van der Linen sont polarisées partiellement. Ces bandes s'étendant de 2260 Å jusqu'à 3050 Å, présentent dans le domaine 2450-3050 Å. des fluctuations d'intensité bien connues.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Q. Majorana* (transm. par M. A. Cotton). — Sur un nouveau phénomène photo-électrique.

Le phénomène a été constaté en se servant de pellicules métalliques fixées sur des lames de verre. Les métaux expérimentés sont Ag, Au, Pt, Sn, Al, Zn. Suivant le dispositif indiqué, la pellicule reçoit un faisceau interne de lumière. Le rayon avant de tomber sur la pellicule est interrompu périodiquement par un disque tournant percé de trous; la fréquence d'interruption est de 500 à 600 périodes par seconde. Dans ces conditions, on entend au téléphone le son correspondant à la vitesse de rotation du disque, si la pellicule est en Ag, Au, Pt, Sn. Pour chaque métal, l'intensité varie suivant que l'on prend comme source l'arc au mercure ou la lampe à incandescence.

RAYONS X. — *Y. Cauchois* (prés. par M. J. Perrin). — Une nouvelle méthode d'analyse de poudres cristallines par les rayons X, utilisant un monochromateur à cristal courbe.

La méthode du cristal courbe, décrite dans cette Note, permet de concentrer sur une zone focale étroite un rayonnement X monochromatique intense; il peut être

isolé par une fente dont la largeur et la position déterminent le degré de son monochromatisme.

— *Horia Hulubei* (prés. par M. J. Perrin). — Étude expérimentale de l'absorption partielle des rayons X.

CHIMIE PHYSIQUE. — *M. Pernot* (prés. par M. G. Urbain). — Sur le système bromure mercurique, bromure de potassium et eau.

Les résultats sont indiqués par des diagrammes.

— *H. Muller* (prés. par M. G. Urbain). — Sur l'abaissement du point d'entaxie: glace-nitrate de potassium par des acides, des bases et des sels acides.

Acides. — Les acides acétique et borique (acides faibles) ont un abaissement moléculaire simple, ainsi que l'acide nitrique et le nitrate de potassium qui possèdent un ion commun. Les acides chlorhydrique et iodique ont un abaissement moléculaire double.

Bases. — L'abaissement moléculaire est simple pour l'ammoniaque, la méthylamine et la potasse, double pour la soude (2 ions), triple pour la baryte (3 ions).

Sels acides. — L'abaissement moléculaire est simple pour $\text{PO}_4\text{H}^2\text{K}$ et $\text{AsO}_4\text{H}^2\text{K}$ (ion commun); il est double pour CO_3HNa , $\text{PO}_4\text{H}^2\text{Na}$ et $\text{AsO}_4\text{H}^2\text{Na}$; il est triple pour PO_4HNa^2 ; AsO_4HNa^2 et $\text{P}^2\text{O}_7\text{H}^2\text{Na}^2$; il est quadruple pour $\text{P}^2\text{O}_7\text{HNa}^3$.

— *Desmaroux et Mathieu* (prés. par M. G. Urbain). — Remarques sur la structure des films de nitrocellulose à fort taux d'azote.

Dans une Note antérieure (*C. R.*, 194, 1932, p. 2053), les auteurs avaient montré l'influence de la concentration sur des solutions acétoniques de coton nitré sur la structure des films obtenus par évaporation sur lame de verre de ces solutions; dans cette nouvelle Note, ils étudient l'influence d'un chauffage en autoclave du coton nitré avant sa dissolution.

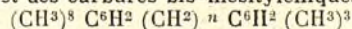
— *C. Lopp* (prés. par M. Delépine). — Le pouvoir rotatoire de la quinine en solution alcoolique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Lespiau et Guillemonat* (prés. par M. C. Matignon). — Sur un nouvel isomère du benzène, l'hexadiène — 1.5 — yne — 3.

Cet isomère, $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{C}\equiv\text{C}-\text{CH}=\text{CH}_2$, est un liquide bouillant à 84°5-85°, cristallisant quand on plonge le récipient qui le renferme dans l'air liquide.

A 20°, il a : densité 0,7723 et indice D 1,498 ce qui implique une réfraction moléculaire 29,65; la théorie ne voulant que 26,97.

— *J. Sordes* (prés. par M. Delépine). — Absorption dans l'ultraviolet des carbures bis-mésityléniques:



— *G. Hugel et M. Lerer* (prés. par M. Delépine). — Synthèses de carbures aromatiques alcoylés.

Les synthèses réalisées sont celles du dihydrodiisomylanthracène et du 1.2.3.4-tétrahydro-1.5-diisobutyl-naphtalène.

— *R. Cornubert et G. Sarkis* (prés. par M. Delépine). — Contribution à l'étude de l'extinction de la fonction cétonne et des théories émises pour interpréter ce phénomène.

— *L. Semichon et M. Flanzky* (prés. par M. Delépine). — Application de l'oxydation chromique à quelques alcools.

L. FRANCHET.

PÉTROGRAPHIE. — *J. de Lapparent* (prés. par M. Cayeux). — Classification des argiles sédimentaires.

Les argiles sédimentaires appartiennent à trois types

principaux : argile d'*halloysite*, argile de *montmorillonite*, argile de *kaolinite*. Différents minéralogiquement, ces trois types diffèrent aussi par leur mode de formation. Ainsi, les argiles du premier type ont un lieu d'origine différent de leur lieu de dépôt, tandis que celles des deux autres types se sont formées et ont évolué sur place. Les argiles d'*halloysite* seraient les témoins d'un climat tropical ou subtropical; les argiles de *montmorillonite* correspondraient à un climat désertique; les argiles de *kaolinite* correspondraient à la forêt houillère.

TECTONIQUE. — *H. Vincienne* (prés. par M. De Launay). — La structure en écaillés de la région d'Ambérieu (bordure ouest du Jura méridional) et l'âge des derniers mouvements jurassiens.

La région considérée est caractérisée par un régime d'écaillés imbriquées et chevauchantes, avec plans de chevauchement inclinés vers l'Est. La plus occidentale chevauche les formations pontiennes : elles sont donc post-pontiennes. Les complications de ce régime plissé paraissent dues aux mouvements tangentiels post-pontiens et antépliocènes. Les mouvements pliocènes n'ont déterminé qu'un léger soulèvement en masse de la chaîne jurassienne.

PALÉONTOLOGIE. — *F. Daguin* (prés. par M. Jacob). — Sur une faune du Crétacé aux environs de Tissa (Maroc occidental).

Les fossiles du gisement sont des Ammonoïdés. La découverte de l'Albien franc aux environs de Tissa apporte un point de repère de plus pour jalonner l'emplacement du bras de mer rifain au Crétacé.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Hocquette* et *Mlle R. Villard* (prés. par M. Blaringhem). — Action de l'éther en vapeurs saturantes sur les noyaux quiescents et en cines des plantules de *Raphanus sativum*.

L'action des vapeurs d'éther sur les noyaux varie avec les régions considérées, plus ou moins sensibles, et suivant que les noyaux sont à l'état quiescent, en interphase ou en division. Le noyau des cellules déjà bien différenciées est plus sensible que celui des régions méristématiques. Les phénomènes observés consistent, suivant les cas, en expulsion de chromatine, en contraction nucléaire avec, finalement, une dégénérescence du type caryorhexis ou du type pycnose.

BIOLOGIE FLORALE. — *L. Blaringhem*. — Sur la réapparition de la fertilité chez une mutante de *Digitalis* sauvage (*Digitalis purpurea* L. var. nov.).

Les études ont porté sur une lignée qui est le produit de [*Digitalis purpurea* rose \times *D. p.* var. *peloria* blanche] \times *D. p.* *peloria* blanche. On a conservé 4 plantes à fleurs roses qui ont été pollinisées par *D. peloria* blanche. Les graines obtenues ont donné des plantes qui, toutes, sauf une, possédaient des fleurs roses. Tandis que la plupart d'entre elles étaient très pauvres en bon pollen, cinq d'entre elles, dont la cime avait été coupée, ont donné, sur la hampe première comme sur les axes secondaires, des fleurs dont le pollen était de bonne qualité et dont les ovaires ont donné des graines en abondance. On est alors amené, en rapprochant ce fait d'autres faits analogues, à l'hypothèse suivante. Les plantes dont les premières fleurs ont un pollen stérile peuvent récupérer leur fertilité à la fin de la croissance, comme si une substance toxique, provoquant la stérilité, s'évanouissait graduellement avec la maturation et la lignification des tissus. En enlevant l'extrémité de la hampe florale, on supprimerait cette substance toxique et cela expliquerait la récupération im-

mediate de la fertilité. On aurait ainsi l'explication physiologique du rôle des mutilations dans les altérations de l'hérédité, rôle dont l'auteur a décrit ailleurs de nombreux exemples dès 1907.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Plantefol* (prés. par M. Blaringhem). — Sur le pouvoir de concentration du cytoplasme. Formation de cristaux par des grains de pollen, à partir du rouge neutre.

Le séjour des grains de pollen de diverses espèces de *Prunus* dans des solutions de rouge neutre allant de 5 p. 100.000 à 7,5 p. 10.000, détermine, en une ou quelques heures, la formation de cristaux rouges à l'intérieur des grains. Il y aurait, par suite de l'activité physiologique de la cellule, une concentration du colorant allant jusqu'à la cristallisation de celui-ci. Les cristaux ne se forment pas dans les vacuoles aqueuses qui se forment à la germination du grain. Ils auraient pour support des éléments sensiblement sphériques à contenu condensé et peu imbibable, différents des vacuoles aqueuses. Ce phénomène s'est montré, jusqu'ici, limité au genre *Prunus*.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *E. Miège* (prés. par M. Blaringhem). — Influence de divers facteurs sur le développement de l'inflorescence des céréales.

La formation de l'inflorescence des Céréales à l'intérieur de la tige est très précoce; sa différenciation est visible dix-huit jours après le semis chez le Blé. Cependant, la rapidité du développement de l'épi, ses dimensions, l'allure de sa croissance, sont profondément influencées par l'espèce et la variété. L'influence des engrais est plus rapide sur l'inflorescence que sur la plante, plus précoce et plus profonde pour les engrais organiques que pour les engrais minéraux. Divers stimulants employés, qui influent sur la germination et la vigueur des plantes entières, ont exercé, sur la croissance de l'inflorescence, une action insignifiante.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *B. Demetrovic* (prés. par M. De Broglie). — Sur l'effet et la loi de Mach.

L'étude des franges lumineuses observées dans diverses conditions expérimentales a conduit Mach, qui les explique par un phénomène rétinien, à formuler la loi suivante : « Partout où la courbe d'intensité lumineuse d'une surface éclairée présente un coude concave ou convexe vers l'axe des abscisses, cet endroit paraît plus clair ou plus obscur que ses alentours ». L'effet de Mach étant plus visible que ne le laisseraient supposer les mesures photométriques, il faut admettre que, aux conditions exigées pour que le phénomène rétinien ait lieu, se superpose un effet physique qui augmente l'intensité de l'effet physiologique et, par l'intermédiaire de ce dernier, devient très visible.

PHARMACODYNAMIE. — *G. Tanret* (prés. par M. Desgrez). — Sur l'action hypoglycémiant du sulfate d'hordénine.

L'hordénine, à doses suffisantes, possède l'action hyperglycémiant des substances sympathomimétiques (adrénaline, éphédrine). Son action hypertensive est inversée par l'yohimbine, qui supprime l'action hyperglycémiant. Il est remarquable que, dans l'orge germée, il existe, à côté de cet alcaloïde hyperglycémiant, un principe hypoglycémiant, récemment mis en évidence.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *M. Avel* (prés. par M. Caullery). — Analyse expérimentale de la disparition du pouvoir de régénération d'une tête dans la région moyenne du corps, chez les Lombriciens.

D'après les résultats de nombreuses expériences, dans lesquelles l'amputation de la partie antérieure du corps

a été faite à des niveaux variables, on peut analyser les divers facteurs qui interviennent dans la régénération de la tête. L'absence de régénération sur la section antérieure, lorsque l'amputation a été faite dans la région moyenne du corps, est due à une perte réelle du pouvoir régénérateur dans cette région et, plus précisément, à une disparition du pouvoir organisateur, le pouvoir de prolifération cellulaire étant encore notable. Les tissus indifférenciés formés, dans certaines conditions, aux dépens de cette région, semblent pouvoir s'agencer en une tête sous l'influence d'un organisateur convenable (léguement céphalique).

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — E. Guyénot, W. Bärtschi et M^{lle} K. Ponce. — La production des corps jaunes étudiée par la méthode des transplantations d'ovaires sur Cobayes mâles.

Un traitement introduisant la propriété crinogène, empruntée à l'urine de femme enceinte ou à l'hypophyse, permet de provoquer la formation de corps jaunes dans un soma mâle. Celui-ci ne semble donc pas renfermer de substances s'opposant à cette production. L'expérience apporte la preuve que la lutéinisation vraie relève des mêmes facteurs que la fausse lutéinisation. La réaction à la propriété crinogène dépend du degré de maturité des follicules : hypertrophie thécale et faux corps jaunes, méroxanthosomes, corps jaunes vrais, à mesure que le follicule est plus évolué. Un traitement auxogène préalable, en provoquant la maturité de nombreux follicules, permet d'obtenir un nombre inusité de corps jaunes. Diverses expériences conduisent à considérer comme très probable que la propriété crinogène ne préexiste pas dans l'hypophyse. L'incapacité du mâle à permettre la formation spontanée de corps jaunes pourrait dès lors provenir de l'absence d'une substance activant ou modifiant, dans le sens crinogène, l'hormone hypophysaire.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — C. Achard, A. Boutaric et M. Doladithe. — Sur la dilution du sérum de cheval dans des solutions électrolytiques.

Lorsqu'on dilue le sérum par des solutions salines de concentrations croissantes, le produit lh (l =dilution, h =densité optique) croît d'abord, passe par un maximum, décroît ensuite. La courbe a une allure analogue à celle que l'on obtient dans la dilution du sérum avec l'eau distillée et le maximum a très sensiblement la même valeur. Pour un même cation monovalent, l'action dépressive du sel est d'autant plus marquée que la valence de l'anion est plus élevée. L'action d'un sel à cation polyvalent favorise la séparation des globulines sous une dilution donnée, d'autant plus que la valence du cation est plus élevée. Cette action, pour des concentrations croissantes, passe par un optimum et décroît ensuite jusqu'à s'annuler. Sous une concentration très forte, les sels à cation polyvalent se comportent comme les sels alcalins et suppriment totalement la sédimentation des globulines par dilution du sérum.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — G. Champetier (prés. par M. Urbain). — Fixation de l'eau par la cellulose.

Il existe des rapports stœchiométriques simples entre la cellulose et l'eau fixée. D'après ces rapports, il existerait deux hydrates de cellulose correspondant aux formules $2 C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O$ pour la cellulose ordinaire et $C_6H_{10}O_5 \cdot H_2O$ pour la cellulose mercerisée.

— M. Piettre et A. Guilbert (prés. par M. Achard). — Influence des électrolytes, en particulier du chlorure de sodium, sur les protéides sériques.

Le chlorure de sodium, en concentration moyenne,

possède la curieuse propriété de disperser activement la myxo-protéine. Cette dispersion n'est pas due à une adsorption du sel par la protéine. La sérum-albumine et la sérum-globuline ne modifient pas non plus la conductibilité expérimentale. Ces résultats confirment à nouveau la grande inertie, aussi bien physique que chimique, des substances protéiques préparées purement.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — A. Machebœuf, G. Sandor et C. Nini (prés. par M. Calmette). — Etudes physico-chimiques sur les filtrats de bacilles acido-résistants de la tuberculose et de la fléole.

On a déterminé la teneur en protéides et en lipides des filtrats. La presque totalité du pouvoir antigénique *in vitro* (déviation du complément) du filtrat se retrouve dans l'extrait lipodique total. Celui-ci a été analysé. La solution étherée de l'extrait lipodique total donne, par évaporation, un résidu qui, après déshydratation complète, n'est plus entièrement soluble dans l'éther anhydre. Une partie du résidu insoluble dans l'éther se dissout dans l'eau; il reste finalement une fraction à la fois insoluble dans l'eau et dans l'éther, mais soluble dans l'alcool. Cette fraction alcool-soluble est peu abondante, mais c'est elle qui possède le pouvoir antigène *in vitro* que présentait le filtrat bacillaire.

— Mme Z. Gruzewska (prés. par M. Mangin). — La lipase α et l'amylase dans le sang de quelques Crustacés.

La lipase α a été mise en évidence dans le sérum de la Langouste, dans le plasma de *Carcinus maenas* et dans celui de *Maia*. Elle manque presque totalement dans le sang de Homard et dans celui du Tourteau. Les courbes d'activité lipasique sont caractéristiques pour chaque espèce. Le rapport du pouvoir lipasique du sérum des Crustacés sur les éthers gras, butyrique et acétique, par rapport à leur poids moléculaire, se rapproche sensiblement de l'unité. Le sérum et le plasma des Crustacés précédents ne renferment pas de substances cuproréductrices; tous renferment de l'amylase.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — J. Parrod (prés. par M. Urbain). — Produits d'oxydation du lévulose en milieu ammoniacal par le bleu de méthylène et l'oxygène de l'air à la température du laboratoire.

Produits obtenus caractérisés : oxyméthyl 4 imidazol, d. arabinotétraoxybutyl-4-imidazol, imidazol-4-formamide (ce dernier, corps nouveau). L'intérêt de ces expériences est du au remplacement de CuO , employé dans d'autres essais, par un transporteur d'hydrogène comme le bleu de méthylène, qui présente une certaine analogie avec la cystine et le glutathion, dont le rôle dans les processus chimiques intra-cellulaires est important.

— J. Cheymol et A. Quinquaud (prés. par M. Desgrez). — Sur les échanges de calcium normaux, de Chiens privés de leurs glandes génitales, Chien émasculé et Chienne ovariectomisée. L'ablation ultérieure des parathyroïdes est suivie, chez la Chienne, de la baisse habituelle de la séro-calcémie.

L'ablation des glandes génitales s'accompagne de modifications remarquables des os. Cependant, chez des Chiens, ni l'ablation des testicules, ni l'ovariectomie n'ont provoqué de variations du taux du calcium dans le sang. Chez une chienne ovariectomisée, l'ablation des parathyroïdes est suivie de la baisse de la calcémie et de la mort habituelles.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — J. Lignières (prés. par M. Leclainche). — Une nouvelle méthode d'immunisation des maladies à virus filtrants; son application dans la vaccination antiaphteuse.

La méthode est basée sur le principe suivant : introduire un virus dans une petite zone de l'organisme rendue en même temps résistante, mais non réfractaire au virus, de façon que celui-ci puisse cultiver sur place, sans provoquer une généralisation. L'évolution locale du virus doit alors produire une immunité. Les essais ont porté sur : peste porcine, maladie des jeunes chiens et surtout fièvre aphteuse. On injecte une petite quantité de sérum spécifique, en partie dans le derme, en partie sous la peau, et, à trois ou quatre centimètres plus loin, le virus correspondant, préalablement affaibli. Il est nécessaire que les quantités de sérum et de virus soient parfaitement réglées, comme leur qualité, afin que le virus puisse évoluer sur place, sans se généraliser.

M. MASCRÉ.

Séance du 25 juillet 1932.

GÉOMÉTRIE. — Syptak (prés. par M. E. Cartan). — Sur les hypercirconférences et hyperhélices dans les espaces euclidiens à p dimensions.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — U. Roy (prés. par M. Jonquet). — Définition et lois du ressaut des jets gazeux.

AÉRODYNAMIQUE. — E. Brun et P. Vernotte (transm. par M. Ch. Fabry). — Mesure du coefficient d'échange thermique entre une paroi solide et un courant gazeux.

SYSTÈME DISPERSÉ. — R. Audubert (prés. par M. J. Perrin). — Sur le calcul du rayon moyen des granules d'un système dispersé.

INFRAROUGE. — R. Titeica (prés. par M. J. Perrin). — Sur les spectres de vibration de quelques molécules polyatomiques.

Les mesures faites sont indiquées dans des tableaux.

SPECTROSCOPIE. — Ny Tsi-Ze et Choong Schin-Piaw (transm. par M. Ch. Fabry). — L'absorption de la lumière par l'ozone entre 3050 et 3400 Å (région des bandes de Huggins).

Les résultats sont donnés dans des tableaux.

ÉLECTRICITÉ. — H. Chaumat et Ed. Lefranc (transm. par M. Colton). — Sur un moteur électrique utilisant l'énergie cinétique d'ions gazeux.

Ce moteur comprend huit condensateurs élémentaires. Le disque a un diamètre de 21 cm. et une épaisseur de 1 mm. Le gaz utilisé est l'air à la pression ordinaire. Alimenté en courant continu, il demeure seul sous 6 000 V. A 15 000 V., son couple, au démarrage est de 80 centimètres-grammes; sa vitesse atteint 2 800 tours par minute. A 1500 tours par minute, le couple utile est de 50 centimètres-grammes, ce qui correspond à une puissance utile de 0,77 watt.

EFFET RAMAN ET CHIMIE. — M. Bourguet (prés. par M. Matignon). — Sur les doubles liaisons conjuguées.

— B. Grédy (prés. par M. Matignon). — Application de la spectrographie Raman à l'étude de l'isomérisation du rhodénol-citronellol.

L'auteur croit pouvoir conclure que le citronellol étudié est constitué presque uniquement par la forme β avec très peu de la forme α , et que le rhodénol contient aussi de l'alcool de forme β , mais par d'alcool de forme α , celui-ci étant remplacé par un mélange de deux alcools et dont le second n'existe qu'en très petites quantités.

RADIOACTIVITÉ. — D. Skobelzyn. — Sur le mécanisme des phénomènes de rayonnement ultrapénétrant (rayons cosmiques).

Cette étude montre qu'en ce qui concerne le méca-

nisme de production de nombreux groupes triples, qu'ils sont formés par des rayons secondaires produits par un rayon primaire, ionisant ou non ionisant, à différents points de son parcours. Dans ce cas, on peut supposer un maximum de choc élastique entre la particule primaire et un électron ou un proton libre. Il y a parmi les paires observées, des fourches dont le caractère correspond parfaitement à ce mécanisme envisagé par Heisenberg, quoique la fréquence de ce type soit plus élevée que l'on ne pouvait le supposer en se basant sur le mécanisme classique.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — S. Rosenblum (prés. par M. Perrin). — Structure fine du spectre magnétique des rayons α du radium.

CHIMIE PHYSIQUE. — H. Murawski et G. Aunis (prés. par M. Urbain). — Etude de la vitesse de combustion, à basse température, des poudres colloïdales.

Sur les trois formules proposées à la suite des recherches antérieures pour représenter la variation de la vivacité de combustion en fonction de la température de la foudre, aucune, comme le montrent les auteurs, ne paraît pouvoir être acceptée. Ils ont donc entrepris de nouvelles expériences, dont ils exposent les résultats, mais qui ne permettent encore aucune conclusion.

— V. Lombard et C. Eichner (prés. par M. G. Urbain). — Recherches sur les conditions de diffusion optimale de l'hydrogène à travers le palladium.

Dans cette étude, les auteurs ont tenté de se rapprocher des conditions de diffusion optimale de l'hydrogène à travers le palladium en faisant circuler dans la chambre à gaz de leur appareil un courant d'hydrogène débouchant au voisinage immédiat de la paroi diffusante. Ils exposent dans cette Note, la méthode qu'ils ont employée et les résultats qu'ils ont obtenus, ceux-ci devant être indiqués en détail dans un Mémoire ultérieur.

— A. Cochet et J. Houdin (prés. par M. C. Matignon). — Sur les phosphates d'urée et de guanylurée.

Au sujet d'un récent travail de MM. Matignon, Dode et Mlle Langlade sur le phosphate d'urée (*C. R.*, 194, 1932, pp. 1289-1294), les auteurs font observer qu'en 1927, ils ont étudié l'isotherme de solubilité à 20° dans le système hétérogène : eau, urée, acide phosphorique. Les résultats sont en accord avec la conclusion des auteurs précités. Ils mettent en évidence, l'existence du phosphate PO_4H_3 , $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ et montrent qu'il n'existe pas d'autre combinaison. Ce phosphate constitue un engrais phosphazoté, qui est d'ailleurs le constituant actif de l'engrais dénommé phosphazote.

On peut également préparer à partir de la dicyandiamine, le phosphate de guanylurée.

— H. Fournier (transm. par M. L. Guillet). — Sur les résultats fournis par les essais d'emboutissage et sur leur relation avec les essais de traction.

L'essai Siebel et Pomp convient pour l'étude des métaux à grands allongements; il est intéressant pour chiffrer une petite diminution de propriétés d'un produit donné.

Les essais Persoz ou Erichsen sont, au contraire, préférables pour l'étude des métaux à faibles allongements, et de la variation des propriétés d'un métal en fonction des traitements dans une gomme étendue.

CHIMIE MINÉRALE. — Ch. Bedel (prés. par M. A. Béhal). — Sur la densité des ferrosiliciums.

Les résultats montrent que la densité d'échantillons bien

compacte de ferrosiliciums purs finement concassés présente des variations appréciables au voisinage des teneurs correspondant à Si Fe^2 et à Si Fe . Pour aucun alliage, cependant, on n'observe le phénomène d'expansion. Au contraire, la formation du composé Si Fe donne lieu à une notable contraction. Pour le composé Si^2Fe , les déterminations des densités ne décèlent ni augmentation ni diminution sensible de volume.

CHIMIE ANALYTIQUE. — Ed. Chauvenet et Avrard (prés. par M. G. Urbain). — Sur le dosage du baryum dans les minerais de fer.

Les auteurs ont réalisé une méthode plus précise de dosage qu'ils ont indiquée précédemment (*C. R.*, 194, 1932, p. 1164), mais qui exigent des manipulations assez compliquées. Ils y apportent aujourd'hui quelques simplifications qu'ils décrivent dans cette nouvelle Note.

L. FRANCHET.

CYTOLOGIE. — E. Guyénot et A. Naville. — La réduction chromatique chez la *Drosophila* femelle et la théorie du crossing-over.

Tandis qu'il n'y a pas de préméiose chez les spermatoocytes I, elle existe chez les ovocytes. Elle s'y présente de très bonne heure chez deux éléments particuliers d'un cyste de 16 cellules; l'un de ces deux éléments, seul, constituera l'ovocyte définitif. Les noyaux de ces deux cellules passent successivement par les stades leptotène, zygotène, pachytène et strepsitène. Ainsi, la cytologie confirme de façon éclatante les hypothèses, inspirées par les résultats expérimentaux, d'après lesquelles l'enroulement des chromosomes homologues devait se produire dans le sexe femelle à l'exclusion du sexe mâle.

BOTANIQUE. — P. Bugnon et A. Parrot (prés. par M. Mangin). — Sur la valeur morphologique du cotylédon chez les Ombellifères monocotylédones.

On observe fréquemment un seul cotylédon chez diverses Ombellifères. L'observation de nombreuses plantules de Carotte, avec étude particulière de la forme et de la nervation des cotylédons, confirme que la première feuille végétative doit être considérée comme résultant de la transformation du deuxième cotylédon.

EMBRYOGÉNIE. — M^{me} Liou (*Tchang-Tcheng-Houa*) (prés. par M. Caullery). — Sur diverses particularités du développement de l'œuf de *Bombyx mori* sous l'influence d'agents bivoltinisants.

La membrane d'activation est relativement mince dans l'œuf normal de race univoltine; elle est quelquefois plus épaisse chez les œufs bivoltinisants. D'autre part, chez les œufs bivoltinisés par l'acide chlorhydrique, la membrane d'activation paraît être constituée aux dépens de produits de déchets expulsés de l'œuf sous l'action d'agents bivoltinisants. D'autre part, chez les œufs bivoltinisés, l'embryon est deux fois plus long et deux fois plus mince que chez les œufs univoltins. Ces différences s'atténuent par la suite et, douze jours après le traitement bivoltinisant, éclôt un jeune ver à soie de conformation normale.

SPECTROCHIMIE BIOLOGIQUE. — Ch. Dhéré (prés. par M. Perrin). — Sur la fluorescence de la phylloérythrine et sur la structure de ses spectres de fluorescence.

Déterminations faites sur la phylloérythrine libre et sur son éther méthylique, obtenus cristallisés par dégradation chimique de la chlorophylle en passant par la phéoporphyrine A 5.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — J.-E. Abelous et R. Argaud (prés. par M. Desgrez). — Sur la formation de l'adrénaline dans la glande surrénale.

Contrairement, aux anciennes conceptions, le rôle de la substance corticale de la glande surrénale est fondamental dans l'adrénalogénèse. Par oxydation en milieu alcalin, la corticale forme de l'adrénaline; dans les mêmes conditions, l'adrénaline de la pulpe médullaire est détruite; l'addition de pulpe médullaire à la pulpe corticale provoque la disparition de l'adrénaline par oxydation.

— M^{me} A. Roche et M. J. Roche (prés. par M. Desgrez). — Sur la participation d'acides hexosephosphoriques à la glycolyse du sang.

Les globules sanguins laqués sont capables de faire subir la glycolyse aux acides hexosephosphoriques, alors qu'ils sont sans action sur le glucose sanguin. Ce fait, rapproché des faits observés par Meyerhof, permettent de considérer la formation de composés hexosephosphoriques comme une étape de la glycolyse dans les globules rouges du sang.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — Aynaud, Peyron et Falchetti (prés. par M. Roux). — Sur le cancer du poumon chez le mouton et ses liens étiologiques avec les lésions parasitaires et infectieuses.

Les lésions pulmonaires provoquées par infestation parasitaire par les strongles sont fréquemment de nature maligne. Il s'agit, dans ces observations, d'une nouvelle variété des cancers issus du parasitisme. Il reste cependant à apporter une explication satisfaisante de la rareté des tumeurs par rapport au nombre des animaux infestés, ainsi que du mode d'action des parasites.

M. MASCRÉ.

NOUVELLES

Observatoire de Yerkes. — Le D^r Edwin B. Frost qui était directeur de l'Observatoire Yerkes depuis 1905, vient de résigner ses fonctions. Il est remplacé à la tête de cet établissement, l'un des plus célèbres d'Amérique, par un jeune astronome, le D^r Otto Struve. Le nom du D^r Otto Struve est connu en Astronomie; son père, son oncle, son grand-père, son arrière grand-père ont illustré cette science en Russie et en Allemagne. Leur descendant s'est établi en Amérique; la Science assurément n'a point de Patrie! *Science Service, Washington, D. C.* annonçant la nomination du D^r Otto Struve résume ainsi l'histoire de sa famille.

Friedrich Georg Wilhelm Struve était né à Altona, en Allemagne, en 1793, mais il alla en Russie, et fut nommé à vingt ans, directeur de l'Observatoire nouvellement établi à Dorpat. En 1839, il devint directeur de l'Observatoire impérial de Pulkowa, et mourut en 1864 à Saint-Pétersbourg. Il est connu comme le pionnier des observations d'étoiles doubles.

Son fils, Otto Wilhelm, était né à Dorpat, en 1819. Très jeune, il fut appointé comme assistant de son père et il continua son œuvre sur les étoiles doubles. A vingt-deux ans, il fit une série importante de recherches sur la direction du mouvement du système solaire. Il est aussi connu pour ses déterminations de distances

stellaires et pour ses études sur les nébuleuses. En 1861, son père se retira, il lui succéda comme directeur de l'Observatoire de Poulkova. Il en quitta la direction en 1890, et vécut en Allemagne jusqu'à sa mort en 1905.

Otto Wilhelm Struve eût deux fils, tous les deux nés en Russie. L'aîné, Karl Hermann, né en 1854, alla s'établir en Allemagne où il devint finalement directeur de l'Observatoire de l'Université de Berlin. Son fils, Georg Struve est maintenant astronome à ce même observatoire, à Berlin Babelsberg. L'autre fils d'Otto, Gustav Wilhelm Ludwig, était né en 1858 et devint en 1886, astronome à l'Observatoire de Dorpat. En 1894, il alla à Kharkov, dans le sud de la Russie comme directeur de l'Observatoire, et plus tard doyen de la faculté.

Son fils Otto, le nouveau directeur, né en 1897, à Kharkov, où il prit ses diplômes en 1919. De 1917 à 1920, il servit comme lieutenant dans l'armée impériale russe et, plus tard, dans l'armée blanche. En 1921, il vint aux Etats-Unis comme assistant de spectroscopie stellaire à l'Université de Chicago. L'année suivante, il fut attaché à l'Observatoire Yerkes comme instructeur, puis, comme professeur et, en 1931, comme assistant-directeur. Il est connu spécialement par ses études sur les vitesses radiales sur les petites planètes et, spécialité de famille, sur les étoiles doubles.

Le Méridien de Greenwich. — Le 7 août dernier, on a inauguré à Villers-sur-Mer (Calvados), sous la présidence de M. Albert Ranc, chargé de Mission au Cabinet du sous-secrétaire d'Etat aux Travaux publics et au Tourisme, une Table d'orientation indiquant le point d'entrée en France du Méridien de Greenwich, déterminé par le Service Géographique de l'Armée.

Congrès international d'Hygiène méditerranéenne. — Le 1^{er} Congrès s'ouvrira le mardi 20 septembre, à 9 heures, à Marseille, sous les auspices de la Faculté de Médecine de cette ville.

Cette manifestation scientifique à laquelle de nombreux savants appartenant à tous les pays méditerranéens apporteront leur concours sera présidée par le Professeur Marchoux, Membre de l'Académie de Médecine.

En outre, des communications se rapportant aux sujets les plus divers, plusieurs rapports seront présentés, notamment, par M. Sadi de Buen, sur *La Spirochétose espagnole*; par M. Burnet, sur *La Fièvre ondulante*; par M. Blanc, sur *La Dengue*; par M. L. Lutrarió, sur *Les Procédés modernes de dératisation des navires*; par M. Olmer, sur *La Fièvre exanthématique méditerranéenne*.

Une excursion en Provence sera offerte aux Congressistes, le dimanche 25 septembre.

Pour tous renseignements, (inscriptions, communications, séjour, réductions, etc.), s'adresser au Secrétaire général, M. H. Violle, Professeur à la Faculté de Médecine, Palais du Phare, Marseille, ou au D^r Broquet, Secrétaire général adjoint, 195, boulevard Saint-Germain, Paris.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

The Principles and practice of Geophysical prospecting, par A.-B. BROUGHTON EDGE et T.-H. LABY. Cambridge University Press, 1931. In-4° de 372 pages. — Prix : 15 sh.

Les méthodes géophysiques de prospection sont aujourd'hui très en faveur; pratiquées par des sociétés pour les besoins des industries minières, elles semblent donner des résultats intéressants, mais il est difficile de se rendre compte de leurs valeurs relatives, car les prospecteurs gardent secrètes les découvertes qu'ils ont faites; pour contrôler les suggestions dues à ce genre d'investigations, il faut aussi connaître les détails du sous-sol par des sondages que seules ces compagnies minières sont en mesure d'effectuer. Le Service de Géophysique expérimental australien a organisé toute une campagne d'expériences de contrôle et il en publie les résultats.

Le présent ouvrage est simplement le rapport de ce service. Il est important de remarquer qu'il ne s'agit pas d'une prospection complète d'une région, même restreinte, d'Australie, mais d'expériences systématiques sur les diverses méthodes en des terrains très différents, dont quelques-uns bien connus au point de vue géologique; on a parfois employé plusieurs procédés au même lieu; à Gulgong (Nouvelles Galles du Sud), par exemple, on a mis en œuvre les quatre principales méthodes. Les conclusions ont donc une grande valeur pratique. Les procédés électriques, qui sont les plus variés, ont été particulièrement développés, dans le but de trouver les plus appropriés aux diverses recherches; les expériences de Renison Bell (Tasmanie), par exemple, ont permis de comparer sur un terrain connu trois dispositifs électriques et un magnétique.

L'ouvrage est divisé en deux parties. La première rend compte des expériences dans chaque branche: électrique, gravimétrique, sismique et magnétique. On trouve au début de chaque chapitre l'exposé de la méthode, mais avec le minimum de considérations théoriques. Les expériences sont ensuite relatées en détail; le texte est accompagné de figures, cartes, coupes qui permettent de suivre une expérience jusque dans ses déductions.

La seconde partie comprend des développements théoriques qui ne sont pas rigoureusement nécessaires pour comprendre les méthodes de prospection géophysique.

Un tel travail serait incomplet s'il n'apportait pas de conclusions nettes. Celles-ci sont renfermées dans le dernier chapitre: conclusions générales. Les méthodes doivent être choisies suivant l'objet recherché: méthodes électriques pour les minerais métalliques et les eaux souterraines minérales; gravimétriques pour le charbon et le pétrole; magnétiques pour les basaltes métallifères; gravimétriques et sismiques combinées pour les terrains d'alluvions aurifères et les minerais profonds.

Chaque groupe est étudié en détail: les méthodes électriques, dans leur variété (polarisation, résistivité, lignes équipotentiels, rapport des potentiels, induction électromagnétique) sont pratiquement à conserver, mais en faisant parmi elles un choix suivant les cas, et en tenant compte de la perméabilité des terrains. La méthode gravimétrique par la balance de torsion est lente et dispendieuse; elle s'accorde bien en général avec la méthode sismique pour donner les accidents de la structure géologique. La méthode magnétique, appliquée au moyen de variomètres portatifs, est d'accord avec les précédentes

lorsqu'il s'agit de minerais magnétiques et présente comme principal avantage sa rapidité; elle donne souvent un bon contrôle des méthodes électriques.

Un pareil travail s'adresse à un nombre de lecteurs restreint, mais il rendra de grands services aux géophysiciens en leur apportant des documents, très rares, obtenus d'une façon systématique, sur l'exploration du sous-sol. On doit savoir gré au service géophysique expérimental d'Australie d'avoir entrepris une recherche aussi vaste et d'avoir publié les enseignements qui s'en dégageaient.

L. EBLÉ.

Techniques de Laboratoire appliquées aux maladies de l'appareil digestif et de la nutrition, par M. LABBÉ, H. LABBÉ et F. NEPVEUX. In-8° de 886 p. avec 140 figures et 5 planches en couleurs. Masson, Paris, 1932. — Prix : 140 francs.

Les médecins, dès le début de ce siècle, demandaient à l'analyse chimique des humeurs et liquides de l'organisme des indications utiles au diagnostic. Ces analyses portaient à peu près exclusivement sur l'urine; la recherche et le dosage des éléments normaux et pathologiques apportaient déjà de précieux renseignements sur l'état général de la nutrition. Depuis, des progrès énormes ont été réalisés dans le domaine de la chimie et de la physico-chimie biologiques; la clinique en a bénéficié. Elle a bénéficié surtout des progrès réalisés dans l'étude du sang, chez qui se trouvent nécessairement traduits, en raison de son rôle dans l'organisme toutes les modifications de celui-ci. Recevant et transportant les produits de l'activité cellulaire, le sang est un témoin fidèle, et maintenant constamment interrogé de l'état général de l'organisme et du trouble de ses fonctions. Le nombre des éléments que l'on y peut doser s'est considérablement accru; les techniques se sont multipliées, leur sensibilité, qui permet d'effectuer certains dosages sur une seule goutte de sang. Les chimistes biologistes ont mis à la disposition du laboratoire médical des techniques de plus en plus précises et qui se perfectionnent de jour en jour. Les livres où se trouvent rassemblées ces techniques sont nombreux déjà. Celui qui vient d'écrire en collaboration, avec une autorité fondée sur de nombreuses années d'expérience, MM. M. Labbé, H. Labbé et F. Nepveux mérite une mention toute particulière.

C'est que, en dépit de son titre, cet ouvrage n'est pas de pure « technique ». Il ne suffit pas, en effet, que le médecin soit en possession de chiffres précis exprimant la teneur de l'urine, du sang, des divers liquides de l'organisme en leurs éléments constituants normaux ou pathologiques; ces chiffres doivent être interprétés et ne doivent pas être considérés indépendamment des observations d'ordre clinique. Les chiffres fournis par le laboratoire ont permis d'établir les lois — plus ou moins parfaites selon les cas — des divers métabolismes et du fonctionnement des divers organes. Ces lois, à leur tour, permettent au clinicien d'interpréter les chiffres du laboratoire. M. M. Labbé, à qui l'on doit tant d'acquisitions importantes dans le domaine des maladies de la nutrition, et ses collaborateurs, ont consacré une grande part de leur ouvrage à l'étude physiologique de l'organisme normal ou pathologique. On y peut distinguer trois parties.

Après un rappel des principes généraux de la nutrition, qui constitue comme une nécessaire introduction, plusieurs chapitres sont consacrés à l'étude de divers syndromes et de divers troubles de la nutrition : syndromes gastriques, intestinaux, pancréatiques, rénaux, hépatiques, obésité, diabète, acidose, goutte. Dans chacun de

ces chapitres, les auteurs exposent les méthodes d'examen, d'exploration, adéquates.

Les chapitres suivants sont consacrés à l'étude des divers métabolismes : métabolisme basal, équilibre acide-base, métabolisme du carbone, de l'azote, des corps créatiniques, des graisses, des hydrates de carbone, du phosphore, du soufre, du chlore, du calcium, des lipides, cholestérine et lécithine.

Vient enfin la partie technique proprement dite, dans laquelle se trouvent exposées les meilleures méthodes actuellement connues pour le dosage des constituants de suc gastrique, du liquide duodénal, des urines, des fèces, du sang. Les méthodes sont exposées avec précision et la valeur de leurs résultats soigneusement discutée.

Ainsi conçu, ce livre est aussi complet qu'on peut le souhaiter. Il a demandé de longues années d'élaboration et une patiente mise au point. La rédaction d'un tel ouvrage est rendue difficile par les progrès incessants réalisés dans le domaine de la biochimie appliquée à la médecine. Son grand mérite, son originalité, — qui nous a engagé à le signaler ici — c'est de ne pas être un livre de pure technique, mais de montrer *pourquoi* il faut analyser les liquides de l'organisme avant de dire *comment* cette analyse doit être faite. Ainsi, il intéressera à la fois le clinicien, le physiologiste et le chimiste dont la collaboration est indispensable puisque l'énormité des connaissances acquises rend de plus en plus difficile l'union de ces trois « fonctions » en une seule personne.

M. MASCRÉ.

Asphyxies du temps de paix et du temps de guerre. Guide du sauveteur spécialisé, par le Médecin Lt-Col.

C. COR (hors cadres), Directeur technique des secours aux asphyxiés de la Ville de Paris. Préface du Général NIELSEL. In-8° de 452 pages avec schémas et photographies. Lorillot, éditeur, Paris.

Ce n'est pas un simple guide que fait paraître le Dr Cor comme suite logique à son précédent ouvrage, analysé ici-même, et dans lequel, avec ses collaborateurs Jacob, Joly et Sarroste, il avait exposé les données scientifiques les plus exactes et les plus cohérentes sur le mécanisme physiologique des asphyxies; c'est une revue générale très vivante et très claire, d'une haute tenue scientifique et morale, riche d'enseignements et pleine d'exemples instructifs pris dans la pratique journalière.

On y trouvera dégagées en une série de chapitres bien ordonnés, agréables à lire, les notions essentielles, débarrassées des considérations théoriques, sur le mécanisme de l'asphyxie en général, puis, sur les conditions particulières aux accidents du temps de paix : submersion, électrocution, asphyxie par l'oxyde de carbone. Partant de ces bases précises, l'exposé des moyens thérapeutiques, qui forme une seconde partie de l'ouvrage, prend une clarté convaincante. Avant l'arrivée du médecin, l'intervention du premier sauveteur et le bien-fondé de ses gestes peuvent être décisifs. La victime, au devant de laquelle, suivant la formule très juste de l'auteur, le sauveteur doit se porter, y joue sa vie et même sans appareils spéciaux, quiconque doit savoir ce qu'il faut faire et comment le faire. La formation d'équipes de sauveteurs spécialisés est une nécessité publique et l'on verra dans ces pages ce qui a été fait, notamment à Paris, et ce qu'il reste à faire. Les appareils à respiration artificielle, à oxygénothérapie sont longuement et minutieusement décrits ainsi que la composition des boîtes d'instruments de secours. Parmi les premiers, celui de l'auteur est à retenir, car il permet une exécution plus physiologique des mouvements, grâce à son appui

abdominal et son action indirecte de bas en haut sur le diaphragme; d'autre part, selon qu'il s'agit ou non d'un syncopé, on peut aisément placer la tête en position déclive ou haute : double avantage très précieux.

Une dernière partie de l'ouvrage étudie les asphyxies par gaz de combat, dont il faut toujours prévoir l'éventualité possible. Si les moyens thérapeutiques précédents restent de mise dans les cas d'atteintes massives, ce sont surtout les mesures de protection que l'auteur passe longuement en revue : protection individuelle par masques à circuit ouvert ou à circuit fermé, protection collective des abris, mesures plus générales de défense passive, véritable « hygiène préventive du temps de guerre de la cité », défense active anti-aérienne, etc..., font l'objet de nombreux paragraphes où sont exposés les efforts accomplis tant en France qu'à l'étranger : rude leçon de prévoyance qui en montrant les ravages que peut causer la guerre aéro-chimique est une bonne propagande pour l'œuvre de paix. Ainsi, conclut l'auteur, « on pourra peut-être obtenir par la crainte de l'effroyable cataclysme ce que la raison seule n'aurait pu obtenir de l'égoïsme de certains et, en tout cas, si, malgré tout, la guerre éclatait, on pourrait ainsi arriver à en limiter les dégâts dans la plus grande mesure du possible ».

Par la valeur de ses exposés scientifiques, par l'intérêt de ses renseignements pratiques, par sa mise au point d'une question toujours d'actualité, le guide du sauveur spécialisé est à même d'intéresser de nombreux lecteurs.

Dr DIDIÉE.

Aristote naturaliste, par Maurice MANQUAT, professeur de zoologie à la Faculté libre des sciences d'Angers. Cahier n° 5 des Cahiers de Philosophie de la Nature. In-8 de 112 pages. Librairie J. Vrin, Paris. Prix : 10 fr.

Examen scrupuleux, fait par un excellent naturaliste doublé d'un érudit, de la célèbre Histoire des Animaux, de son texte, de sa composition et de ses différentes sources, de ce qui y semble dû au travail personnel d'Aristote, de ses ressources et de ses méthodes. M. Manquat détruit définitivement la légende des immenses subsides qui auraient été accordés par les rois de Macédoine à leur ami. Il en montre l'inutilité. Il rappelle que son livre mentionne à peine 500 espèces animales, pour la plupart communes en Grèce. Il l'apprécie équitablement et conclut que si l'étoile d'Aristote a pâli, s'il n'a pas créé de toutes pièces la Zoologie, « il est le premier qui pratiqua, et avec une incontestable maîtrise, l'observation directe. A ce titre, il mérite un souvenir reconnaissant de tous les naturalistes ».

R. T.

James Clerck Maxwell. A commemoration volume (1831-1931). Essays by sir J.-J. THOMSON, MAX PLANCK, A. EINSTEIN, sir J. LARMOR, sir J. JEANS, W. GARNETT, sir A. FLEMING, sir O. LODGE, sir R.-T. GLAZEBROOK, sir H. LAMB. In-16 de 146 pages. The University Press, Cambridge, 1931. Prix : 6 sh.

Recueil des conférences faites à Cambridge à l'occasion du centenaire de la naissance de Maxwell. A sa biographie, retracée par J.-J. Thomson, s'ajoutent des souvenirs personnels de quelques-uns de ses anciens élèves qui font revivre l'homme et le milieu où il travailla. Max Planck traite de son influence sur la pensée des physiciens allemands comme Hertz et Boltzmann. Einstein

caractérise fortement sa conception de la Physique en l'opposant à celle de Newton et à la mécanique ondulatoire des modernes. Sir Jeans définit sa méthode par rapport à celle de Faraday, et sir Lodge rappelle son rôle d'initiateur dans l'élaboration de la T. S. F. Cet élégant volume est orné de deux beaux portraits du grand savant, « le plus grand physicien-mathématicien que le monde ait connu depuis Newton », selon sir Jeans.

R. T.

Trois histoires spirituelles : Saint Augustin, Luther, Pascal, par PIERRE MAURY. In-8° de 188 pages. Cahiers de Foi et Vie, Paris. Prix : 12 francs.

Recueil de dix conférences prononcées à Genève et qui, sans aucune prétention à l'érudition ni à l'originalité des vues, se proposaient seulement de faire comprendre et sentir ce qu'il y a de commun dans la destinée spirituelle et dans l'effort moral de trois des plus grands génies religieux de l'humanité. Sans doute, on peut discuter l'idée même qui a présidé à ce travail; on contestera que St-Augustin, Luther et Pascal soient au même degré des « dogmatiques de la grâce absolue », que leur inquiétude ait eu les mêmes sources et qu'ils soient au même titre des modèles de vie intérieure et de conversion spontanée. Du moins, on ne se privera pas d'admirer la flamme d'enthousiasme qui brûle à travers ces pages, leur sobre et vibrante éloquence, leur langue nerveuse et souple; et on ne pourra refuser à ce beau livre le titre rare d'être une œuvre de bonne foi.

R. T.

Le drame agricole, par Henri QUEUILLE, ancien ministre de l'Agriculture. In-8° de 190 pages. Hachette, éditeur. Paris.

Toutes les nations s'efforcent aujourd'hui de défendre ou de favoriser leur agriculture. Par quels procédés? Restrictions des droits de douane, prohibitions sanitaires, restrictions d'importation, d'une part; de l'autre, avantages accordés à l'exportation, monopole de commerce extérieur et « dumping »! Ce sont les habituelles méthodes du protectionnisme. Appliquées avec un caractère plus ou moins agressif, mais presque toujours excessif, elles n'ont pas apporté de solutions à la crise agricole qui sévit sur le monde entier depuis 1919. Dans son ouvrage, M. Henri Queuille suit l'évolution de cette crise. Il met en évidence les dangers de l'économie fermée et d'une politique économique d'empire. Il se rallie aux projets d'entente, d'union entre les nations européennes, et il montre comment la politique des contingents doit conduire à des accords compensateurs conclus sur la base d'achats réciproques.

Tous les hommes de sciences ou de techniques agricoles devraient lire cet intéressant ouvrage. On a coutume de dire — ceci avec raison — que l'agriculture est entièrement faite d'observations et d'expériences scientifiques, que l'exploitation agricole moderne utilise toutes les sciences. Rien n'est plus exact. Mais, que sont les sciences et les techniques dans un monde où l'économie est inorganisée, où les facultés productrices ne sont pas adaptées aux possibilités de la consommation? Savants, agronomes, agriculteurs tireront profit de la lecture des notes et études de M. Henri Queuille sur l'aspect agricole de la crise économique actuelle.

A. R.

BULLETIN ÉCONOMIQUE

LA MAIN-D'OEUVRE D'INTERET GENERAL A MADAGASCAR

II. — L'Organisation du Smotig (1).

L'emploi de la 2^e portion du Contingent pour les travaux d'intérêt public a été autorisé par le décret du 3 juin 1926, promulgué dans la colonie le 1^{er} décembre, et complété par l'arrêté du 29 novembre de la même année, qui détermine les conditions d'application de cette grande mesure.

Dans son rapport au Président de la République, le Ministre des Colonies, M. Léon Perrier, commentait ainsi les dispositions soumises à la signature du chef de l'Etat :

« Après examen très attentif, j'ai donné mon adhésion à cette mesure, qui m'a paru, non seulement au point de vue spécial des travaux, mais encore au point de vue moral et social, susceptible d'avoir une portée des plus heureuses. Elle permettra, en effet, de rapprocher de nous, de la vie civilisée, des hommes dont beaucoup trop encore végètent misérablement au fond de leurs forêts ou de leurs savanes. Leur incorporation dans des unités bien encadrées, bien administrées, pourvues d'un service médical soigneusement organisé, leur utilisation à des travaux judicieusement fixés, seront pour eux une occasion d'être bien nourris, bien vêtus, et de recevoir les soins qui leur ont toujours fait défaut.

Ils acquerront ainsi, et ils la conserveront, il faut l'espérer, l'habitude de s'alimenter convenablement, de porter des vêtements, de s'accoutumer au travail, de se soumettre à certaines règles d'hygiène dont l'observation sera profitable non seulement à eux-mêmes, mais aussi, une fois de retour dans leurs foyers, à la collectivité tout entière, par voie d'exemple.

Par surcroît, l'installation de terrains de culture, de jardins à proximité des camps permettra d'initier les indigènes à l'usage de nos instruments de travail, que la plupart ne connaissent pas, à nos méthodes, ainsi qu'à des cultures qu'ils ignorent pour la plupart. L'organisation de conférences très simples sera également une occasion de leur ouvrir des horizons tout à fait nouveaux en matière de travail, de production, d'hygiène, etc... Ainsi la valeur sociale de chacun d'eux sera accrue et en même temps les possibilités d'évolution et de développement de la Colonie en seront augmentées, en même temps que s'exécuteront des travaux qui y contribueront pour une part décisive ».

La disposition principale du décret est contenue dans son article 1^{er}, ainsi conçu :

« Les hommes de la deuxième portion du contingent indigène de Madagascar et Dépendances, qui restent dans leurs foyers à la disposition de l'autorité militaire, au titre de l'armée active, pendant trois ans, peuvent être convoqués au cours de cette période, par arrêté du Gouverneur Général, pour participer à l'exécution des travaux d'intérêt général nécessaires au développement économique de la Colonie, tout en restant soumis aux obligations militaires définies à l'article 9 du décret du 4 décembre 1919 ».

(1) Voir Bulletin Economique de la *Revue Scientifique*, du 13 août 1932.

L'arrêté du 29 novembre 1926, entre dans les plus minutieux détails de l'institution du SMOTIG.

Il prévoit les modalités de l'organisation du nouveau service (art. 2 et 3), de son contrôle par les inspecteurs du travail et par un médecin spécialement désigné par le Gouverneur Général (art. 5).

Il dispose qu'en vue de l'organisation des unités de travailleurs, les « appelés de la deuxième portion » seront d'abord concentrés dans des camps de rassemblement, où ils seront constitués en unités de travail, dites « compagnies », elles-mêmes divisées en « sections » (art. 4).

Il est prévu que les hommes seront appelés par tirage au sort, jusqu'à concurrence du nombre fixé par le Gouverneur Général, étant bien entendu que les hommes mariés ne sont appelés qu'après les célibataires, et les pères de famille après les hommes mariés sans enfants (art. 6).

Les hommes de la 2^e portion sont comme ceux de la 1^{re} fraction, pourvus d'un livret individuel, d'une plaque d'identité, d'une fiche, etc... (art. 8).

Leur solde est analogue à celle des tirailleurs (art. 12). Leur habillement, adapté à la destination de leur travail, se rapproche néanmoins de celui des tirailleurs, dont ils portent la chéchia avec l'initiale « M » (Madagascar) (art. 16).

Leur ration individuelle et quotidienne se compose (art. 17) de 750 gr. de riz,

250 gr. de viande ou de poisson,

15 gr. de sel,

100 gr. de condiments indigènes (brèdes, etc...).

Pendant certaines périodes de travail, un supplément de 50 grammes de viande et 50 grammes de riz leur est alloué.

Un soin particulier est pris de l'hygiène des unités de travailleurs.

Ainsi tout groupe de travailleurs de plus de 500 hommes est pourvu d'un poste médical, dirigé par un médecin de l'assistance médicale indigène, et comportant une pharmacie. Dans les camps de moindre importance, les soins médicaux et la visite médicale sont assurés par le médecin de la formation sanitaire la plus voisine (art. 19).

Le logement se compose de baraques démontables ou de cases bâties en matériaux du pays (art. 18).

Les travailleurs sont répartis entre les divers chantiers par décision du directeur des travaux publics. Les emplacements des camps de travail sont déterminés par le service de la main-d'œuvre. Dans toute la mesure possible, les travailleurs campent par groupes de 500 hommes au minimum (art. 9).

Pour tout ce qui concerne l'installation et la discipline des camps, les ordres sont donnés exclusivement par le personnel d'encadrement. Au cours des travaux proprement dits, le droit de sanction continue encore à n'appartenir qu'aux fonctionnaires du service de la main-d'œuvre (art. 10).

Enfin, le régime financier du système est établi par l'article II : les dépenses d'entretien des unités de travailleurs (solde, nourriture, habillement, campement,

soins médicaux, encadrement...) sont à la charge du budget annexe, des grands travaux qui bénéficie en contre partie, des indemnités forfaitaires dues, pour chaque journée de travail, soit par les entrepreneurs, soit par le service des travaux publics pour les travaux exécutés en régie.

L'OFFICE INDOCHINOIS DU RIZ

La création récente d'un office du riz arrive-t-elle à son heure? On est porté à soutenir qu'elle entre bien tard dans la vie indochinoise, car on évoque irrésistiblement le long temps passé durant lequel une telle institution eût pu produire de la lumière et rendre des services. En réalité, il est non moins logique d'admettre que, sous cette apparence de temps perdu, se cache une période de préparation nécessaire.

Outre que la jeune administration ne pouvait tout entreprendre dès ses premiers pas et que ses moyens lui imposaient d'engager ses interventions par étapes, une première condition devait être remplie : acquérir la connaissance scientifique et pratique du milieu, observer toutes les conditions naturelles et économiques de la production fondamentale du pays — ce qui équivalait à avancer qu'il était indispensable de préparer un personnel vraiment spécialisé — étudier l'économie des pays environnants, leurs cultures, leurs besoins et leur commerce.

Rien n'apparaissait plus urgent, dès le début de l'intervention française, que de généraliser la culture du riz en vue de satisfaire aux besoins alimentaires d'une population croissante et c'est ce qui fut fait et bien fait. Le développement de la production du riz a suivi un rythme dont les données chiffrées ont été récemment publiées et que l'on peut résumer ainsi pour la Cochinchine : 1.150.000 hectares en 1900 à 2.300.000 en 1930. Il s'agissait donc avant tout de multiplication.

Pour envisager les améliorations possibles, il fallait d'abord observer, apprendre la culture du riz avant de prétendre à la faire progresser.

À l'époque, le recrutement dans les services d'agriculture ne pouvait se faire avec l'intensité et la sécurité de compétences voulues. Il serait enfantin et peu juste de s'étonner de ce que la France ne pouvait avoir formé un personnel vraiment qualifié et suffisamment nombreux pour alimenter en peu d'années les administrations des établissements nouveaux : territoires africains, Tunisie, Maroc, Madagascar et Indochine. L'agriculture tropicale n'est pas encore, à l'heure actuelle, une science solidement établie. Ceux qui sont devenus des maîtres en cette branche, à peine formée, n'étaient pas tous prêts à servir sur place. Du moins, telle était la situation au cours du dernier quart de siècle.

Quand cette situation parut améliorée, on amorça maintes tentatives d'interventions en vue d'études et d'observations fort utiles, avec des moyens réduits, marchandés, traversés fâcheusement par les changements de personnes imposés par la maladie, les congés et la mobilisation.

Ces actions, non négligeables, furent dispersées, pas toujours méthodiques.

Il n'en reste pas moins que l'on possède déjà un dossier important sur la culture du riz en Indochine, dû à Bui Quang-Chieu, à Baudouin, à Vieillard, à Coquerel, à Carle, à Tran-van-Huu.

Les contrées voisines ont mis au jour les résultats des recherches de Bréda de Haan à Java, del Conner aux Philippines, de W. Jack en Malaisie et de bien d'autres.

À ce dossier est venu s'ajouter tout récemment l'important rapport de M. Devisme sur les conditions de la

Ainsi toute l'organisation du SMOTIG rompt-elle avec la routine du passé. C'est maintenant une institution officielle, permanente, avec ses cadres particuliers, ses règlements précis, un contrôle constant, exclusif du hasard, de la fantaisie et du désordre. Nous en dirons les résultats dans un prochain article.

production et du commerce du riz au Japon puis le travail de MM. Yves Henry et Devisme, intitulé : Démographie et riziculture.

Sans doute, on aurait pu engager les recherches plus à fond, mais la prospérité explique, sans le justifier, le laisser-aller. Les périodes de vaches grasses ne sont pas, d'ordinaire, génératrices de grands progrès. Ceux-ci ne sont envisagés, recherchés et imposés, le plus souvent qu'en cas de crise.

Or, la crise fut grave et prit de suite les deux aspects qui fixent le programme des réformes à envisager. « D'un côté, a dit M. Yves Henry, inspecteur général de l'agriculture, de l'élevage et des forêts, notre position sur les marchés du riz du Pacifique ne sera bien assise et à l'abri des risques continuels qu'elle subit, que par l'abaissement du prix de revient du paddy à la production. L'avenir de nos provinces exportatrices est là. De l'autre, nous ne résoudrons complètement la crise alimentaire aiguë qui pèse sur les provinces surpeuplées de l'Annam et du Tonkin que par le relèvement du rendement de la rizière.

« La réduction du prix de revient à la production nous place en face des deux termes du problème. Le premier réside dans le crédit qui, sous diverses formes, est distribué au riziculteur, au titre d'améliorations foncières, de capital d'équipement et de capital de campagne. La charge d'intérêt qui l'accompagne représente, pour l'ensemble de la Cochinchine, par exemple, environ 38 o/o du prix de revient. Une politique du crédit ample et ferme s'exerçant dans les divers compartiments et en particulier dans celui du petit crédit direct au cultivateur aura pour effet de diminuer rapidement cette charge et de relever la rente nette du sol.

« Le second terme est représenté par le rendement moyen de la rizière et le cautionnement de nos sortes commerciales. Il trouve sa solution dans l'emploi des engrais, la culture des variétés ou d'hybrides hauts producteurs, l'atténuation des aléas de la culture et, par voie de conséquence, dans une régulation des mouvements du paddy et dans un meilleur usinage.

« C'est la tâche qui incombe à l'Office du Riz et elle n'est pas petite, si l'on songe que nous sommes, pour le rendement à l'hectare, presque au dernier rang des pays du Pacifique et que le conditionnement de nos riz laisse beaucoup à désirer. »

Il a été considéré qu'une œuvre doit conjuguer les intérêts des producteurs avec ceux des usiniers et des exportateurs et qu'elle ne peut être menée à bien par des services administratifs. C'est sans doute pour ne pas l'avoir compris que les nombreux et louables efforts du passé ont laissé si peu de résultats. Un organisme autonome, uniquement voué à cette œuvre, animé par des techniciens spécialisés et fixes, travaillant industriellement et placé sous la haute direction d'un conseil groupant tous les intéressés et toutes les compétences, est seul capable de la mener à bien.

L'Office a donc été constitué sur ces bases. Les personnalités les plus représentatives de l'industrie et du commerce président à ses destinées.

(A suivre).

Communiqués de MM. les Ingénieurs-Conseils de la Propriété Industrielle

M. ARMENGAUD Jeune, Ing.-Conseil
23, Boulevard de Strasbourg, Paris (10°)

La Société dite : HOWARDS and Sons Limited et M. John William BLAGDEN, résidant en Angleterre, titulaires du brevet français n° 613.797 du 23 mars 1926, pour : *Perfectionnements à la préparation d'alcaloïdes hydrogénés du Quinquina*, seraient désireux d'accorder des licences d'exploitation de leur invention ou de céder les droits attachés à leur brevet.

La Société dite : JOHNSON MATTHEY et COMPANY Limited, résidant en Angleterre, titulaire du brevet français n° 679.731 du 2 août 1929, pour : *Perfectionnements à la fabrication de décalques et à leur application à la décoration de la poterie, du verre, du fer émaillé, de la joaillerie et des articles analogues*, serait désireuse d'accorder des licences d'exploitation de son invention ou de céder les droits attachés à son brevet.

M. Edward Hammond Whalley FOOT, résidant en Angleterre, titulaire du brevet français n° 694.552 du 25 avril 1930, pour : *Perfectionnements aux chenilles ou chemins de roulement sans fin pour véhicules*, serait désireux d'accorder des licences d'exploitation ou de céder les droits attachés à son brevet.

MM. F. HARLE et G. BRUNETON
Ingénieurs-Conseils
21, Rue de La Rochefoucauld, Paris (9°)

Soren SAK, Copenhague, Danemark, titulaire du brevet français n° 673.283 du 4 octobre 1927, pour : *Mode de production de levure comprimée particulièrement d'aérolevure, avec ou sans production d'alcool*, serait désireux de traiter pour la vente de ce brevet ou pour la concession de licences d'exploitation.

CHEMIN DE FER DU NORD

Le Réseau de la vitesse, du luxe et du confort.

PARIS-NORD A LONDRES

La Compagnie du Chemin de fer du Nord assure les relations entre la France et l'Angleterre par les voies maritimes les plus courtes Services quotidiens dans les deux sens

SERVICES RAPIDES

entre la France, la Belgique et la Hollande, l'Allemagne, la Pologne, la Russie, les Pays Scandinaves et les Pays baltes.

SERVICES PULLMAN

Paris à Londres « Flèche d'Or »
Paris-Bruxelles-Amsterdam
« Etoile du Nord »
Paris-Bruxelles-Anvers « Oiseau Bleu »
Calais-Lille-Bruxelles.

Pour tous renseignements, s'adresser : Gare du Nord, à Paris.

M. D. CASALONGA, Ingénieur-Conseil
8, Avenue Percier, Paris (8°)

La Société dite : THE SPERRY GYROSCOPE COMPANY, résidant en Angleterre, titulaire du brevet français n° 650.216 déposé le 29 février 1928, pour : *Perfectionnements au compos gyroscopique*, désire vendre ledit brevet ou en concéder des licences d'exploitation.

M. Nicolas MARESCO, résidant en Roumanie, titulaire du brevet français n° 676.677, déposé le 28 septembre 1928, pour : *Transformation de la levure de bière en un produit capable de remplacer les levures de céréales et de mélasse pour la fabrication du pain et de la pâtisserie*, désire vendre ledit brevet ou en concéder des licences d'exploitations.

La Société dite : THE SPERRY GYROSCOPE COMPANY, résidant en Angleterre, titulaire du brevet français n° 693.633, déposé le 4 août 1927, pour : *Perfectionnements aux appareils à gouverner automatiques pour véhicules dirigeables*, désire vendre ledit brevet ou en concéder des licences d'exploitation.

STATIONS THERMALES ET CLIMATIQUES D'ALSACE, DE LORRAINE ET DU GRAND DUCHÉ DE LUXEMBOURG

Voici l'heureux temps des vacances !

Profitez-en pour aller faire, soit une cure d'air et de repos, soit de ravissantes excursions en forêt ou en montagne, soit une saison dans une coquette ville d'eaux.

Ignorez-vous que l'Alsace, la Lorraine et le Luxembourg vous offrent tout un choix de délicieuses stations de plaine et de montagne parmi lesquelles chacun trouve aisément celle qui convient le mieux à ses goûts ?

Craignez-vous que ce voyage représente pour vous une lourde charge ? Il n'en est rien : Les prix pratiqués dans ces régions sont très raisonnables et les grands Réseaux de chemin de fer délivrent dans toutes leurs gares du 20 août au 30 septembre des billets d'aller et retour à prix réduit et à longue validité, sous réserve d'un séjour minimum de 12 jours dans la région, pour les destinations ci-après :

ALSACE : Barr, Guebwiller, Lautenbach, Metzer, Morsbronn-les-Bains, Munster, Niederbronn-les-Bains, Obernai, Rothau, Ribeauvillé, Saverne, Schirmeck, Sélestat, Thann, Turckheim.

LORRAINE : Sierck, Thionville.

G. D. de LUXEMBOURG : Clervaux, Diekirch, Luxembourg.

Pour tous renseignements complémentaires, délivrance des billets et places à réserver dans les trains au départ de Paris, s'adresser à l'Agence des Chemins de fer d'Alsace et de Lorraine, 2, Avenue Portalis ou à la Maison de France, 101, Champs-Élysées, Paris (8°).

OXYGENE,

AZOTE, AIR

comprimés ou liquides.

ACÉTYLÈNE DISSOUS

GAZ RARES

L'AIR LIQUIDE

SOCIÉTÉ ANONYME POUR L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION
DES PROCÉDÉS G. CLAUDE - CAPITAL 88.000 000 FR.
75, QUAI D'ORSAY, PARIS — R. C. Seine 53.868
Téléph. : Invalides 44-30 à 37; Inter Invalides 1, 2 et 3.

Construction et Vente d'Appareils de tous débits pour la fabrication de ces gaz.

Compresseurs pour tous gaz, tous débits et toutes pressions.

Eau de régime des ARTHRIQUES

VICHY CÉLESTINS

en bouteilles, demies et quarts

Reg. du Com. Paris 30.051

SELFIOR

Reliure instantanée pour un an de nos éditions :

**Revue Bleue
Revue Scientifique
France Nouvelle**



L'Administration se fera un plaisir d'adresser à tous ceux de ses nombreux lecteurs qui lui en feront la demande, contre la somme de 10 fr.

et 2 fr. de port, un SELFIOR, reliure automatique permettant de relier soi-même, soit en fin d'année, soit en cours d'abonnement, une collection annuelle de nos revues. (Pour l'étranger le prix du port est de 4 fr. 50.)

Self-Reliure Reliure extensible pour livres brochés

SOCIÉTÉ DU GAZ DE PARIS

Société Anonyme au Capital de 100 Millions de Francs
(Régie intéressée)

6, RUE CONDORCET, PARIS

Tél. : Trudaine 73-00 à 73-09

CUISINE CHAUFFAGE

Cours gratuits de Cuisine bourgeoise :

45, Rue Lafayette, Trudaine 59-66

92, Boulev. Raspail, Littre 84-43

71, R. de la Pompe, Trocad. 32-49

Magasins d'Exposition d'appareils à gaz :

8, Rue Condorcet (9^e), Trud. 73-00

39, Rue d'Aboukir (2^e), Louv. 64-91

65, Rue de Turbigo (3^e), Arch. 31-03

92, Boul. Raspail (6^e), Littre 84-43

11, Av. Duquesne (7^e), Ségur 07-06

25, Avenue Hoche (8^e), Carnot 37-55

25, Rue de Trévise (9^e), Prov. 80-55

53, Bd Rochechouart (9^e), Trud. 03-87

45, Rue Lafayette (9^e), Trud. 59-66

83, Bd Voltaire (11^e), Roquette 00-48

43, Av. de St-Mande (12^e), Did. 48-80

297, R. de Vaugirard (15^e), Vaug. 43-17

16, Rue Franklin (16^e), Passy 94-28

5/7, R. Meissonier (17^e), Wagr. 20-47

96, R. de Belleville (20^e), Ménil. 65-74

Le public trouve dans ces Magasins des appareils tout installés. Leur fonctionnement permet de se rendre compte des divers emplois du Gaz et d'en apprécier les avantages. Afin d'éviter aux acheteurs toute perte de temps, la Société transmet gracieusement les commandes aux fabricants.

CUISINE. — Réchauds, fours à rôtis et à pâtisseries, fourneaux et cuisinières à gaz pour cuisine bourgeoise.

CHAUFFAGE. — Radiateurs, calorifères, chauffe-bains, accumulateurs d'eau chaude, chaudières à gaz pour chauffage central et distribution d'eau chaude. (Tarif réduit du gaz pour le chauffage central.)

Appareils de cuisine et de chauffage au gaz placés en location et location-vente. Les modèles exposés proviennent des meilleurs constructeurs d'appareils et portent l'estampille de garantie de l'Association Technique du Gaz.

CHAUFFAGE INDUSTRIEL. — Magasin d'exposition d'appareils industriels et laboratoire d'essais : 44, rue Amélot, Paris (11^e), Roquette 19-48. Tarif dégressif pour toute consommation supérieure à 4.000 m³ par an.

Pour tous renseignements concernant les divers emplois du Gaz, s'adresser au Service de Vulgarisation des Applications du Gaz, 8, Rue Condorcet, (9^e), téléphone Trudaine.

R. C. S. 45943

SOCIÉTÉ ANONYME
DES

Matières Colorantes et Produits Chimiques

DE

SAINT-DENIS

Capital : 50.000.000 fr.

Téléphone :

Laborde { 71-41
à 71-44

Siège Social : 69, Rue de Miromesnil, Paris (8^e)

Usines à Saint-Denis

Adr. télégr. :

Reirriop-Paris

MATIERES COLORANTES

POUR TOUS EMPLOIS

PRODUITS CHIMIQUES

MINÉRAUX & ORGANIQUES

**PRODUITS CHIMIQUES SPECIAUX
POUR L'INDUSTRIE DU CAOUTCHOUC**

ÉTÉ 1932.

PARIS, les Lacs de COME et de LUGANO,
MILAN par le GOTHARD

Pendant toute la période d'heure d'été, le rapide de toutes classes 31, quitte Paris à 7 h. 30. Il sera doublé du 1^{er} juillet au 30 septembre, par un rapide de 1^{re} et 2^e classes partant de Paris à 8 h. 00. En sens inverse, le rapide arrivant à Paris à 21 h. 30 sera également doublé du 1^{er} juillet au 1^{er} septembre par un rapide de 1^{re} et 2^e classes qui arrivera à Paris à 21 h. 25. Ces trains assureront des relations rapides de jour entre Paris, la Suisse Centrale, les lacs de Côme, de Lugano, Milan et l'Italie par le Gothard.

En quittant Paris à 7 h. 30 ou à 8 h. 00, on arrive à Lucerne à 16 h. 17, à Lugano à 20 h. 22, à Locarno à 20 h. 58, à Côme à 21 h. 21, Milan à 22 h. 25.

En sens inverse, en partant de Milan à 6 h. 50, de Côme à 8 h. 05, de Lugano à 9 h. 04, de Locarno à 8 h. 54, de Lucerne à 13 h. 07, on arrivera à Paris à 21 h. 25 ou à 21 h. 50.

Voiture directe 1^{re} et 2^e classes.

En outre, pendant la période d'heure d'été, le rapide temporaire arrivant à Paris à 23 h. 55 relèvera à Bâle la correspondance du train partant de Milan à 9 h. 30, de Côme à 10 h. 33, de Lugano à 11 h. 30, de Lucerne à 15 h. 30, et constituera ainsi une excellente relation de jour entre Milan et Paris.

Pour tous renseignements complémentaires, s'adresser à la Gare de l'Est, au Bureau des Renseignements (Botzaris 49-90) ou au Bureau de Tourisme de l'Union Nationale des Agences de Voyages, 101, Avenue des Champs-Élysées (Elysées 78-22 et 23).