

Auteur ou collectivité : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale
Titre : Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale

Auteur secondaire : Servonnet, Hyacinthe (1876-19..), Rolley, Paul (1879-1963)
Titre du volume : 1943 (janvier-décembre)

Adresse : [Paris : Société d'encouragement pour le développement de l'industrie nationale, 1943]
Collation : 1 vol.(124 p.) : ill. ; 26 cm
Cote : BSPI 156
Sujet(s) : Progrès scientifique et technique ; Innovations -- France -- 1900-1945

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?BSPI.156>

LA SÉLECTION DE LA QUALITÉ DANS LE RECLASSEMENT⁽¹⁾

par M. DEBRETAGNE,

*Chef du service de la Formation professionnelle
au Secrétariat d'État au Travail.*

Avant d'aborder l'objet de notre réunion, je tiens à adresser mes remerciements à l'IRCAT, ainsi qu'à la Société d'encouragement pour l'Industrie Nationale et plus particulièrement aux promoteurs de cette manifestation, M. MAGNE et M. HAUTECŒUR, Secrétaire Général des Beaux-Arts qui, avec un bel esprit de dévouement, se sont dépensés sans compter pour présenter une exposition d'un goût artistique indiscutable.

Je veux remercier également les organismes publics et privés qui ont bien voulu nous prêter leur appui pour réaliser les belles expériences de formation professionnelle rapide qui sont soumises à votre appréciation.

A nos collaborateurs immédiats, directeurs de centres, maîtres techniques, moniteurs, j'adresse aussi un affectueux merci.

En participant à la présentation des efforts faits dans la recherche de la qualité appliquée à l'art et à l'industrie, le Secrétariat d'État au Travail a voulu montrer au public ce qui avait été réalisé dans le sens de l'amélioration de l'individu par la qualification professionnelle.

Il a voulu montrer ce qu'on pouvait attendre de la formation professionnelle des adultes, * telle qu'elle est appliquée dans les centres créés dans ce but, ou dans les institutions de promotion ouvrière.

Nous allons donc vous exposer ce que sont ces organisations, les résultats qui ont été obtenus, et en même temps, nous tenterons d'esquisser pour vous des vues sur leur développement futur.

Partant d'ouvriers sans emploi provenant de professions excédentaires en main-d'œuvre, la formation professionnelle a pour objet de fournir, dans les moindres délais, une main-d'œuvre aussi qualifiée que possible aux professions et industries déficitaires. C'est, par opposition à l'apprentissage, un moyen immédiat de pallier à la pénurie de main-d'œuvre qui peut, en certains cas, affecter gravement la production et la vie du pays.

Nous n'irons pas rechercher en détail l'origine des causes qui ont obligé à recourir à cette formation. Elles sont lointaines et multiples. Tout d'abord, la crise de l'apprentissage, depuis de trop longues années négligée, qui a abouti à un amenuisement progressif des cadres ouvriers. Puis, une taylorisation outrancière insuffisamment adaptée au tempérament et aux besoins des Français. Enfin, des transformations économiques, soudaines, profondes, qui ont peu ou prou modifié les divers secteurs industriels ou commerciaux ainsi que les conditions de travail.

Ces causes, et d'autres encore, ont posé alors et posent, chaque jour, le problème de la main-d'œuvre qualifiée.

Lorsqu'une branche industrielle devient tant soit peu active, ce problème doit être résolu dans le plus bref délai; or, il ne peut l'être complètement par l'apprentissage normal des jeunes. Cet apprentissage doit, croyons-nous, servir à constituer ce que nous appellerons les cadres permanents des industries, mais il ne sera pas toujours en mesure de fournir le complément de main-d'œuvre qualifiée dont ces dernières ont besoin et qui, en certains cas, pourra dépasser en importance, les cadres permanents. On devra donc avoir recours à une formation accélérée d'ouvriers capables de rentrer très rapidement dans le circuit économique.

Outre cet aspect économique de premier plan, la formation professionnelle peut être

(1) Conférence faite par l'auteur le 24 novembre 1941, dans l'Hôtel de la Société d'Encouragement à l'occasion de l'Exposition des Ressources et Réalisations nouvelles de la Qualité française dans l'Art et l'Industrie, organisée par l'Institut de Recherche et de Coordination Artistiques et Techniques (IRCAT).

considérée comme un facteur social important et un moyen efficace de lutte contre le chômage si elle est préparée spécialement à cette fin.

Cette préparation consiste en l'élaboration de méthodes simples, rapides, adaptables à la clientèle à qui elles sont destinées, c'est-à-dire à des travailleurs sans emploi.

Or, leurs précaires conditions de vie s'opposent à une formation lente, telle que l'apprentissage méthodique et complet habituel.

Il ne faut donc pas confondre les termes et vouloir, comme tant de personnes le font chaque jour, assimiler la formation professionnelle à l'apprentissage.

Quoique sœurs, ces deux méthodes ne sont pas comparables entre elles.

Pour bien comprendre la formation professionnelle des adultes et admettre comme évidents les résultats qu'elle donne, il convient de se dégager du concept habituel de l'apprentissage des jeunes. Il y a d'abord une différence radicale entre ce que nous appellerons la matière à former :

— Ici, des cerveaux neufs, des enfants n'ayant pas le sens et la charge des responsabilités, des petits d'hommes pour lesquels l'apprentissage doit être plus un enseignement culturel qu'une méthode d'adaptation.

— Là, des hommes ayant acquis à la dure expérience de la vie une maturité d'esprit et une somme de connaissances qui suppléent pour une large part à l'insuffisance de culture.

— Enfin, des individus qui la plupart du temps se trouvent en un désarroi matériel et moral complets.

Ouvriers en détresse qui sont au bord de l'abîme et prêts aux actes irrémédiables qu'engendrent la misère et le désespoir. Pères ou mères de famille hantés par le spectre de la famine s'installant au foyer, tous ceux qui se tournent vers la porte ouverte sur l'espérance qu'est la formation professionnelle, ont besoin d'une aide immédiate.

Cette aide, c'est la quasi-certitude de retrouver en peu de temps un bon métier qui les fera vivre, eux et leur famille.

C'est l'espoir d'une vie nouvelle, c'est la perspective de reprendre le rang social qu'ils occupaient autrefois et de redonner aux leurs une existence matérielle convenable.

Par ce moyen, nous avons opéré de véritables sauvetages, et nous pourrions vous citer des centaines de lettres émanant d'ouvriers et d'ouvrières qui ont, de cette façon, retrouvé du travail et par là, le courage de vivre.

Par ces quelques explications, on voit donc que formation professionnelle et apprentissage des jeunes sont entièrement différents et que ce qui est favorable à l'apprentissage, c'est-à-dire la notion de durée, constitue un obstacle à la formation professionnelle des adultes.

Par contre, nous vous démontrerons, tout à l'heure, que loin d'être un élément nuisible à l'apprentissage, cette formation rapide des adultes en est le complément.

La formation professionnelle est une chose assez nouvelle en France. Non pas que cela n'ait jamais été fait. Tous les hommes qui ont eu, pendant la guerre 1914-1918, la responsabilité de la production des fabrications d'armement, ont fait de la formation professionnelle en dressant dans des délais très courts les nouveaux ouvriers aux tours de main propres à fournir rapidement une certaine production. Mais nous étions tous dans la situation de M. JOURDAIN, et nous faisions de la formation professionnelle sans le savoir.

Depuis, la formule a été mise au point, et, de procédés empiriques, on a dégagé des méthodes particulières à chaque nation, adaptées selon les conceptions et les caractères de leurs habitants.

Chez nous, l'effort en ce sens a pris naissance vers 1933. Lorsqu'il a fallu faire face à des programmes de fabrication importants, on s'est aperçu que la main-d'œuvre suffisamment qualifiée qui était nécessaire faisait presque totalement défaut.

S'inspirant des résultats obtenus ailleurs, des hommes dévoués ont entrepris de lancer cette forme nouvelle de réadaptation des travailleurs à un métier dont ils ignoraient tout.

Je vous ferai grâce des opérations de départ qui furent parfois difficiles pour arriver aux déductions de base qui nous ont permis de développer cette méthode au point où elle est aujourd'hui.

Des premiers résultats et des premiers échecs, se dégagea immédiatement une obligation : celle de la sélection des individus.

Comme nous l'avons dit tout à l'heure, la situation matérielle des postulants à la formation professionnelle s'oppose à une trop longue durée de l'initiation.

S'adressant à des travailleurs sans emploi et souvent sans argent, sans autre avantage que celui du secours de chômage assuré pendant toute la durée des cours, cette initiation doit être limitée dans le temps et quasi certaine.

Ces deux conditions imposent donc tout d'abord l'obligation de vérifier si le candidat, nonobstant sa volonté évidente de réussir, en possède les moyens.

Tout un système de sélection, sélection médicale d'abord, sélection psychotechnique ensuite, a donc été établi.

L'expérience a démontré qu'une sélection judicieuse était une des conditions essentielles du succès. Mais il faut en cette matière comme en toute autre d'ailleurs, se garder des excès.

Il faut éviter l'erreur d'une sélection trop poussée qui offrirait l'inconvénient d'éliminer du bénéfice de la formation un trop grand nombre d'individus, de même qu'il faut éviter une sélection trop large qui conduirait à augmenter considérablement la durée de la réadaptation et à en compromettre les résultats. Il convient donc d'établir des règles assez souples pour obtenir un criblage aussi exact qu'il est nécessaire, qui mettra en lumière les possibilités de chacun.

En ce qui concerne le côté médical et physique de la sélection, il tombe sous le sens que chaque métier, chaque profession, comporte un certain nombre de qualités nécessaires et, en contre-partie, des contre-indications déterminées auxquelles il suffit de se reporter.

Pour le côté psychotechnique, le principe est le même. Avant d'entreprendre la sélection psychotechnique en vue d'une profession, il est nécessaire d'établir ce qu'on appelle, en termes de métier, une batterie de tests. Le sélectionneur procède tout d'abord à une série de travaux préparatoires importants tels que l'étude du travail pour lequel la sélection et la formation sont entreprises, de la situation du lieu de travail, de l'hygiène qu'il comporte, du genre de fabrication, de la qualification exigée du personnel, du détail des gestes, du rythme de la profession ainsi que de la connaissance du rendement imposé aux différents stades de la production.

Dans la pratique, les profils généraux pour chaque profession sont établis une fois pour toutes.

Il faut ensuite poursuivre la recherche des aptitudes du candidat, étant donné la nature du travail et les qualités qu'il demande.

Cette recherche comprend d'abord l'examen social du sujet : âge, sexe, connaissances scolaires, entraînement au travail manuel ou intellectuel, situation sociale et familiale.

Elle est complétée par l'examen physique, médical et biométrique.

Ensuite a lieu la préparation des tests divers, en vue de l'examen psychotechnique.

Les batteries de tests appropriés citées plus haut seront constituées par des épreuves générales :

mentales : intelligence, mémoire, attention,

motrices : réactions, rapidité, exactitude, fatigabilité, valeurs d'apprentissage, puis par des épreuves particulières à la profession.

Les tests généraux présentent, suivant la profession envisagée, des coefficients différents, ou bien encore d'autres tests sont ajoutés, par exemple, pour l'agriculture, les tests d'observation, de patience, de stabilité motrice.

- pour le bâtiment, ceux de la combinaison spatiale, du coup d'œil, d'ambidextrie;
- pour certains travaux de précision, ceux de coordination visuo-motrice;
- pour des travaux à la chaîne : l'adaptation d'un geste simple à un rythme imposé, et la détection de la facilité de l'automatisme ou de la fatigue nerveuse rapide.

Voici donc les règles établies.

D'une part, les facultés requises pour une profession donnée, l'ensemble de celles-ci constituant ce qu'on appelle un profil.

D'autre part, l'examen des moyens des individus par rapport au profil de la profession.

La comparaison de ces deux profils permet de juger si le candidat possède ou non les aptitudes nécessaires à l'exercice de la profession.

Mais c'est l'application qui est tout, car ces règles, si bien établies, si bien étudiées soient-elles, doivent être appliquées avec intelligence et discernement en fonction des qualités et des moyens de chacun.

Le sélectionneur doit toujours avoir présent à l'esprit que sa décision peut avoir une influence considérable et des répercussions incalculables sur le travailleur qui en fait l'objet.

Trop rigide, l'appréciation risque de maintenir toute une famille dans la misère; étayée sur des qualités incertaines, elle peut, après avoir donné l'espoir, rejeter l'homme dans la détresse.

Nous devons dire que les méthodes se perfectionnent de plus en plus et que notre principal centre de sélection parisien étend chaque jour son activité et développe ses moyens d'investigation, en collaborant avec les services du chômage, les services publics et l'industrie privée.

Les larges moyens dont il dispose permettent le contrôle des résultats et l'amélioration des méthodes.

La sélection ainsi faite est donc scientifique, objective et humaine. Elle permet une utilisation normale des installations des centres et une formation rapide qui assure à l'ouvrier un nouveau métier rémunérateur.

Mais ceci ne constitue qu'une toute petite partie des efforts en vue d'une réussite complète.

Opérer une sélection aussi parfaite qu'il est nécessaire est bien, mais il faut que les centres appelés à recevoir les sélectionnés soient à la hauteur de la tâche qui leur incombe.

Il leur faut donc un équipement convenable, des méthodes de formation rationnelles et complètes et surtout des instructeurs éprouvés possédant de solides compétences professionnelles et de fortes qualités morales.

Or, nul n'est apte à donner un enseignement profitable s'il n'y a été spécialement préparé.

Il a donc été nécessaire, pour éviter les trop grands errements du début, de soumettre les futurs instructeurs à un stage préparatoire de formation pédagogique.

La connaissance approfondie du métier qu'il doit enseigner est la première qualité d'un instructeur professionnel.

Un certain nombre d'essais pratiques, professionnels ou un essai combiné permettant d'apprécier d'une façon certaine les connaissances en profondeur du métier constituent la première condition au postulat de l'emploi. Par exemple, un candidat instructeur en mécanique générale doit être ajusteur et posséder en même temps de fortes notions du travail aux machines-outils (fraiseuse, tour, étau-limeur, etc.). Un candidat instructeur maçon doit à la fois être briqueteur, cimentier, connaître le moellon et les différents enduits, etc.

Un ouvrier spécialiste, sauf en certains cas particuliers, ne saurait convenir. Ses vues étroites dans la profession ne peuvent que le prédisposer à spécialiser davantage ses apprentis.

L'instructeur doit posséder en outre une culture générale et technique le situant au-dessus du niveau moyen du bon ouvrier.

Un examen écrit sur des questions concernant le métier permet d'apprécier à la fois sa technique et ses aptitudes à exprimer clairement ses idées en bon français.

L'examen écrit se termine par l'exécution d'un *dessin professionnel* relativement simple qui permet de s'assurer que le candidat connaît les règles de la représentation des objets et sait coter un dessin.

Le mécanicien a à réaliser un croquis coté à main levée d'une pièce simple.

Le maçon doit exécuter un plan d'après un thème écrit et un dessin en perspective.

Un examen de sélection psychotechnique détermine le profil général de l'instructeur qui doit posséder :

- une bonne mémoire,
- une compréhension développée et une capacité de raisonnement logique et non intuitive,
- une volonté persévérante et une fermeté exempte de brutalité,

- une concentration qui permet la vue des détails et de la totalité des gens et des choses,
- une confiance en soi complétée par un sens de la mesure nettement affirmé,
- une conscience professionnelle totale, l'instructeur exerçant sa fonction sous un contrôle extérieur très intermittent et relativement limité.

S'il s'écarte trop des considérations ci-dessus, le sujet observé ne peut pas être déclaré apte à entrer dans les cadres professionnels.

Enfin, l'aptitude physique indispensable est contrôlée par une visite médicale sérieuse.

Ces conditions étant remplies (visite médicale, sélection psychotechnique, essais professionnels pratiques et théoriques) l'instructeur, avant d'entrer en fonction, est initié à la psychologie de l'enfant ou de l'adulte.

Il doit connaître ce qu'est une progression logique des travaux d'apprentissage et être entraîné à la préparation et à l'expression d'une leçon.

Sa formation professionnelle propre a pu être acquise empiriquement; le développement de la méthode d'apprentissage qu'il doit appliquer lui est exposé dans le détail et rectifie certaines insuffisances antérieures.

Cet entraînement à l'exercice de son métier d'instructeur ne peut s'effectuer que dans un centre spécialement créé à cet effet et où le stage est éliminatoire si le candidat ne laisse pas apparaître un minimum de capacités à l'enseignement.

Il nous a donc fallu organiser cette préparation pédagogique et créer le centre de formation de cadres professionnels.

Le Secrétariat d'État au Travail a pu mettre ainsi son expérience et ses moyens au Service du Secrétariat Général à la Jeunesse et préparer, en accord avec lui et à son usage, des centaines de moniteurs pour les centres de jeunesse.

Cette préparation connaît un tel succès que de nombreuses entreprises privées demandent à en bénéficier, en envoyant les moniteurs et instructeurs de leurs ateliers d'apprentissage suivre le stage de formation des cadres professionnels.

Nous nous hâtons d'ajouter que nous ne prétendons pas qu'un stage de quelques semaines suffit à la préparation de l'instructeur exceptionnel; ce que nous affirmons, c'est que cette formation facilite les débuts de l'instructeur et évite aux élèves, pour une large part, les médiocres résultats dus à l'absence de préparation du Maître.

Car, ne l'oublions pas, tant pour la formation des adultes que pour l'apprentissage des jeunes, nous ne recherchons pas le *pédagogue*, le *scientifique*, si nécessaire pour la préparation aux emplois de maîtrise. Nous recherchons surtout le praticien connaissant bien son métier, possédant les qualités que je viens d'énumérer, et ayant au plus haut point l'habitude de l'atelier, l'habitude des ouvriers.

C'est donc le centre de formation de cadres professionnels qui donnera à l'instructeur la teinture pédagogique qui lui fait défaut.

Le programme est partagé entre la culture éducative générale et la culture professionnelle, la première étant organisée et dirigée par les cadres du Secrétariat d'État à l'Éducation Nationale et à la Jeunesse, la seconde par le Secrétariat d'État au Travail.

La formation éducative est d'une importance capitale pour inculquer aux instructeurs une grande connaissance des hommes qui doit faciliter les bonnes relations qui s'établissent ensuite entre instructeurs et élèves, bonnes relations dont dépend le succès de la formation.

Mais, comme dans toute société humaine, tout se tient et tout s'enchaîne, ayant organisé la sélection et la formation des cadres, il a fallu en même temps préparer les méthodes.

Si, pour certains métiers, comme ceux du travail des métaux, on a pu, en un temps où les centres étaient peu nombreux, laisser, faute de moyens, chaque direction de centre élaborer une méthode personnelle dérivée des programmes d'apprentissage, il est certaines professions pour lesquelles ces programmes d'apprentissage n'existaient même pas.

Il a donc fallu bâtir entièrement à neuf et créer des formules d'enseignement simples et pratiques.

Pour réaliser cette œuvre importante, la Direction de l'Enseignement de la Seine a bien voulu mettre à notre disposition un certain nombre de maîtres techniques de la Ville de

Paris qui, en matière de formation rapide, avaient, pendant la guerre, donné la mesure de leur valeur.

Rattachés au Centre de documentation et d'organisation, ces spécialistes ont déjà mis au point un certain nombre de méthodes de formation rapide.

Au furet à mesure des besoins, chaque métier, chaque profession est enseigné au moyen de méthodes appropriées.

Leur point de départ a pour base une étude approfondie de la profession, de sa technique, des gestes habituels de l'ouvrier au travail. Chaque mouvement est observé, analysé, décomposé. Son utilité, son opportunité sont notées et le cas échéant rectifiées. De même, les positions de l'ouvrier sont examinées, améliorées ou redressées.

Des horaires précis, rigoureusement minutés sont établis pour éviter la fatigue des sujets. Des progressions sont dressées et comportent généralement une grande variété d'exercices destinés à tenir en éveil l'intérêt de l'élève pour son nouveau métier.

Les détails d'agencement de la place d'un ouvrier, ceux concernant l'organisation d'un atelier ont été rigoureusement étudiés.

Tout est prévu : nomenclature de l'outillage, nomenclature et emplacement des meubles et matériel divers.

Voici donc le trinôme de départ d'une formation rapide idéale : sélection, cadres professionnels, méthodes rationnelles.

Nous allons donc passer maintenant à l'organisation des centres.

Le choix de l'emplacement d'un centre doit faire l'objet d'un examen attentif. On doit éviter dans toute la mesure compatible les éléments psychologiques défavorables, comme l'installation dans une vieille usine délabrée ou située au fond d'une impasse obscure.

D'abord, parce que l'aménagement d'une usine délabrée est onéreux, ensuite parce qu'un immeuble en bon état crée dès le premier contact un choc psychologique favorable.

Si cet immeuble est situé dans une grande artère, l'influence heureuse du caractère avenant que doit avoir le centre s'accroîtra.

A l'intérieur, des peintures claires, de la propreté, auront également une action salutaire sur le moral des nouveaux venus.

Le Directeur du Centre doit s'attacher à ce que la réception et l'accueil faits aux élèves leur laissent une impression favorable. C'est à lui qu'incombe d'abord le soin de les mettre en confiance, c'est lui qui présente l'acquisition d'un nouveau métier comme une chose toute facile et parfaitement à la portée de l'impétrant. Cette atmosphère de confiance doit régner pendant toute la durée de la formation grâce aux efforts des moniteurs et des professeurs qui prennent en mains chaque élève, le conseillent, l'encouragent, le défendent au besoin contre lui-même et l'aident à surmonter les difficultés.

En conjugaison avec toute cette protection morale, l'influence de l'assistante sociale est prépondérante.

L'assistante sociale est bien souvent la confidente et la conseillère du chômeur en formation dont elle connaît les misères et les soucis.

A ses qualités de cœur, à son sens social averti, elle joint des qualités d'infirmière de premier ordre, afin d'être en mesure d'assurer, en cas d'accident, les premiers soins, les pansements d'urgence.

Elle fait des visites fréquentes aux foyers des chômeurs dans lesquels elle soupçonne de la détresse à soulager.

Nous avons pu réaliser un embryon d'organisation de médecine du travail, par la surveillance médicale permanente des chômeurs fréquentant le centre. Chacun d'eux est suivi, surveillé, guidé. Des examens périodiques sont effectués et permettent de déceler les défaillances temporaires ou les contre-indications médicales ou physiques que le premier examen médical n'aurait pas révélées.

Conçues dans un esprit social compréhensif, nos règles administratives nous permettent heureusement d'intervenir avec efficacité sur le plan social, notamment par l'octroi de fournitures de première nécessité et par l'installation de cantines.

Grâce à cette organisation, nous donnons gratuitement aux chômeurs un complément alimentaire composé généralement d'une soupe copieuse et d'un hors-d'œuvre ou dessert.

Malgré les difficultés sans nombre que nous connaissons tous en matière de ravitaillement, nous avons pu jusqu'à ce jour assurer ce modeste service.

Nous voudrions faire mieux encore, et mettre fin aux situations lamentables qui existent à de nombreux exemplaires. Pour beaucoup de nos élèves, le complément de repas que nous leur donnons constitue bien souvent le plat unique avec lequel ils devront se sustenter toute une journée.

L'organisation du travail d'atelier et des cours théoriques est faite d'après les plans de travail élaborés par le centre de documentation et d'organisation.

Afin d'entretenir l'attention des élèves, les exercices d'enseignement sont conjugués avec des travaux d'intérêt pratique soigneusement choisis et comportant des opérations se rapportant étroitement aux exercices d'enseignement.

C'est ainsi que les tôliers-chaudronniers exécutent les forges, tables servantes, etc., qui sont nécessaires dans les sections de tôlerie, forge, chaudronnerie des centres de mécanique.

Il en est de même pour les tourneurs, fraiseurs qui fabriquent les outils, fraises, engrenages, pignons et qui, avec les ajusteurs, contribuent à l'entretien du matériel du centre.

Autant que faire se peut, le centre est entretenu et réparé par les élèves eux-mêmes.

Nous préconisons vivement la création d'association d'anciens élèves, sous l'impulsion du directeur du centre. Une telle organisation permet de les suivre et de continuer à leur prodiguer des conseils au sujet de leur nouveau métier.

Créée dans un centre parisien, une œuvre de ce genre a permis au Directeur de replacer, après les événements de Juin 1940, tous les élèves hommes qui se sont fait connaître et qui étaient sans emploi.

Tous nos efforts tendent à faire de nos centres des foyers d'entraide et de solidarité des travailleurs.

Nous nous efforçons de les faire entrer dans la grande famille professionnelle.

DES RÉSULTATS OBTENUS.

Jusqu'en Juin 1940, tout l'effort de la formation professionnelle a été dirigé sur les industries du travail des métaux.

3 500 ouvriers et ouvrières ont été formés et placés.

En raison des besoins, la durée de formation, nécessairement réduite, était en moyenne de quinze jours pour les soudeurs, de six semaines pour les ajusteurs d'aviation, et de trois à quatre mois pour les ajusteurs, tourneurs, fraiseurs.

Les essais professionnels, soumis à votre appréciation dans cette Exposition, ont été rigoureusement contrôlés et surveillés.

Un certain nombre de nos élèves hommes et femmes ont pu subir avec succès l'essai professionnel d'outilleur et être embauchés comme tels dans les usines. Nous nous empressons d'ajouter qu'ils ne bénéficiaient d'aucune priorité ou faveur et que, comme pour tous les ouvriers admis à l'embauche, seul l'essai professionnel d'entrée déterminait leur admission.

De tels résultats, au sujet desquels certains techniciens manifestent une réserve sceptique et pourtant fort explicable, n'ont pu être réalisés que par la réunion et l'application de tous les éléments dont le détail vous a été exposé.

A la base, répétons-le, la volonté tenace des élèves en formation, leur espoir de réussite, puis la sélection.

Au début des hostilités, pour sélectionner 100 femmes aptes à être prises en formation, 800 passaient au crible; c'est dire que l'écrémage était sévère et il n'est pas douteux que, si la guerre avait duré, la sélection aurait pu être plus large et nos temps de formation allongés en proportion.

Pour la main-d'œuvre masculine, plus rare, et, disons-le, plus précieuse, nos méthodes avaient reçu un correctif pour certains éléments reconnus dignes d'en bénéficier, lequel correctif consistait en deux cours préparatoires préalables.

En effet, après une expérience portant sur des milliers de sélectionnés, nous avons constaté :

1° que la réadaptation manuelle était en général assez facile.

2° que presque tous les candidats qui ont échoué manquaient du minimum de connaissances générales élémentaires strictement indispensables.

3° que, par voie de conséquence, tous les sujets ayant réussi possédaient ces simples connaissances de base constituant un bagage culturel, antérieurement acquis et le plus souvent pendant l'apprentissage,

ce qui, en termes clairs, veut dire qu'en règle générale, l'échec d'individus n'ayant pas de contre-indications physiques ou médicales provenait toujours d'un défaut d'instruction.

Nous avons donc organisé des cours préparatoires d'instruction générale élémentaire, arithmétique, français, géométrie simple, dessin linéaire. Par ce procédé, nous avons pu récupérer de nombreux éléments doués manuellement, intelligents et auxquels il ne manquait que le minimum indispensable pour recevoir avec profit une formation méthodique et raisonnée.

Après Juin 1940, l'effort en ce sens n'avait plus de raison d'être et nous avons cherché une orientation nouvelle de nos activités. Nous ne croyons pas devoir rappeler ici le détail de ces heures douloureuses où, assommé par la catastrophe la plus poignante que notre pays ait connu, chacun cherchait à reprendre le fil de ses pensées et à renouer avec ses occupations antérieures.

Dès le retour à Paris des Services du Secrétariat d'État au Travail, en Août 1940 nos centres furent remis en marche, utilisés au bénéfice du Secrétariat Général à la Jeunesse et nous y avons accueilli pendant l'année scolaire plus de 2 000 jeunes gens.

Il ne s'agissait plus de former des ouvriers en trois mois, il fallait tout d'abord tirer de l'inaction, puis préparer d'une façon durable des jeunes gens qu'on s'est efforcé de conduire à une qualification aussi poussée que possible et auxquels une éducation générale, morale et sportive est donnée.

En même temps, la situation du chômage des adultes se précisait et le chiffre impressionnant de 900 000 chômeurs était atteint.

Nous avons alors élargi notre champ d'action et créé de nouveaux centres, nous efforçant ainsi de procurer aux professions déficitaires en main-d'œuvre celle qui leur était nécessaire.

En même temps que nous réduisons, par nos apports, ce mal social qu'est le chômage, nous nous tenons dans les limites du réel et du pratique, c'est-à-dire que la formation donnée dans nos centres est en fonction du genre de matières premières disponibles et de la technologie d'emploi qui convient.

Les exemples sont multiples dans cette Exposition, dont c'est la raison même d'exister, et vous conviendrez avec nous qu'il serait absurde de former de la main-d'œuvre qui ne serait pas utilisable, faute de matières premières.

La réalisation la plus caractéristique dans cet ordre est bien certainement la construction, par nos élèves, de l'École de Maçonnerie dont vous pouvez voir ici les photographies.

Le problème, pour nous, était simple, mais combien difficile.

Faute de charbon, pas de ciment, pas de fer, les deux éléments principaux de la construction moderne, dont, l'an dernier encore, usagers, architectes, entrepreneurs ne pensaient pas pouvoir se passer.

Entreprendre une construction de cette nature eût été une grossière erreur, car notre effort eût été entravé dès le départ.

Nous avons donc invité l'organisme gestionnaire, en l'espère la Chambre Syndicale de la Maçonnerie, et les architectes, à traiter le problème sous cet angle particulier : l'utilisation au maximum des matériaux naturels.

Avec un esprit d'à-propos auquel il convient de rendre hommage, l'architecte, M. Pol Abraham a pensé à sa Bretagne natale où les édifices en matériaux naturels sont nombreux et s'est largement inspiré de la technique ancienne des XII^e et XIII^e siècles.

C'est ainsi qu'on pourrait, en regardant la photographie de la principale salle du sous-sol de l'école en construction rue St-Lambert, se croire transporté dans les salles du Château de Coucy, tout en voûtes gothiques et arcatures.

Nous ne vous donnerons pas dans cette causerie des explications techniques qui n'auraient pas leur place ici.

Nous avons cru plus judicieux de prévoir une conférence particulière sur cette question de première actualité, conférence que M. Abraham vous fera lui-même après-demain 26 novembre.

C'est dans ce sens que tous les projets de création de centre sont étudiés, c'est-à-dire en fonction de la technologie des matières premières susceptibles d'être utilisées.

Recherchant l'appui actif des Comités d'organisation professionnelle, nous nous imposons toujours cet aboutissement logique à nos efforts, l'utilisation certaine des ouvriers et ouvrières que nous formons.

Industrie du vêtement, couture ou confection féminine, travail des sandalières, des seiglières, etc., notre préoccupation constante est de former des travailleurs qui emploieront des matériaux naturels et des moyens naturels, dont l'emploi sera aussi certain qu'il est humainement possible de le prévoir.

En même temps, nous avons cherché à faciliter le développement de certaines professions délaissées et pourtant vitales pour le redressement du pays.

C'est dans cet esprit que nous avons apporté aux Services de l'Agriculture notre concours pour la formation accélérée de bergers. Trois sessions ont déjà obtenu un gros succès, mais le recrutement d'élèves s'avère difficile, malgré les avantages que comporte actuellement la profession de berger.

C'est encore dans le même esprit que nous apportons aux services du Commissariat à la lutte contre le chômage le concours de notre expérience et nos méthodes.

Vous savez tous quel a été l'effort, tant de l'Agriculture que de la Production Industrielle, en matière de carburants de remplacement. Alors que la plupart d'entre eux, alcool, acétylène, se raréfient de plus en plus, l'effort s'est porté sur l'exploitation de nos ressources naturelles forestières.

Nous avons donc apporté à ces départements ministériels notre appui le plus entier pour la formation des bûcherons-carbonisateurs.

De cette façon, la nombreuse main-d'œuvre déjà employée va être encadrée, dirigée et formée afin d'exploiter rationnellement la forêt française.

Répondant à l'appel de la Direction des gazogènes à la Production Industrielle, avec le concours technique de la Société des Ingénieurs de l'Automobile, nous développons sur tout le territoire le perfectionnement des conducteurs de véhicules en les initiant à la conduite des véhicules à gazogène.

Bien qu'importantes, nos ressources en bois et en charbon de bois sont loin de pouvoir satisfaire aux nécessités des transports routiers et il faut, de ce fait, en être très économe ainsi que du matériel de production de gaz.

Les conducteurs de véhicules doivent donc être très avertis et conduire les appareils dont ils ont la charge avec le souci de la plus stricte économie.

Les cours de perfectionnement que nous avons déjà organisés à Paris et où près de 1 000 conducteurs ont été formés, vont être étendus à toute la France.

Dans les départements, la section, après avoir opéré comme annexe du Centre de formation professionnelle installé au chef-lieu, sera ambulante et organisera des sessions dans les localités importantes.

Ces cours sont sanctionnés par un certificat d'aptitude délivré par la S. I. A.

Mais notre aide au redressement national ne serait pas complète si nous avions délaissé le problème de l'artisanat.

Nous appuyant sur une vaste enquête entreprise en 1937 par le Secrétariat d'État au

Travail, enquête reprise et développée d'une façon plus précise depuis 1940, nous avons pu engager un mouvement important de formation artisanale, c'est-à-dire de retour vers la vie rurale et dont le centre type vient d'être ouvert à Paris.

Nous mettons au point l'extension de ce mouvement et de cette formation dans les grandes villes de province.

La mise en route de ce programme a pu être réalisée grâce au concours des organisations artisanales dont la représentation la plus haute est incarnée par l'Institut National des Métiers qui, avec dévouement et compétence, a pour notre compte analysé, dépouillé les éléments de l'enquête dont nous vous parlions tout à l'heure.

LA PROMOTION OUVRIÈRE.

Au début de cette causerie, nous avons indiqué que la formation professionnelle était faite de deux façons par le reclassement ou la rééducation des chômeurs et par la promotion ouvrière.

La promotion ouvrière, bien qu'elle tende au même but que le reclassement professionnel, c'est-à-dire à une qualification professionnelle plus complète des individus, s'adresse non plus à des travailleurs sans emploi, mais à des salariés qui par ce moyen s'élèvent dans la hiérarchie sociale et professionnelle.

Les méthodes d'enseignement ne diffèrent pas sensiblement, mais la production y est plus intégrée, ce qui apparaît nécessaire puisque l'élève reçoit le salaire de sa catégorie.

La grosse difficulté réside dans l'équilibre à maintenir entre l'enseignement et la production.

Cet équilibre est d'autant plus difficile à réaliser que la promotion ouvrière a toujours lieu dans les ateliers ou chantiers privés (1).

Un contrôle plus rigoureux doit de ce fait s'exercer continuellement.

Cette formule mérite néanmoins d'être développée. Elle le mérite d'autant plus que certains métiers peuvent difficilement être enseignés d'une autre façon, en raison de l'entraînement physique qu'ils nécessitent, ce qui est le cas pour les carriers par exemple.

Il n'est pas douteux que les deux moyens sont également nécessaires et profitables. Promotion ouvrière, reclassement professionnel concourent tous deux à la rénovation de la France et sont devenus dans les circonstances présentes d'une importance capitale.

Ils ne pourront donc que se développer et s'étendre. Point n'est besoin d'être prophète pour affirmer cela. Il suffit de regarder, d'observer les faits économiques et sociaux. Nous sommes au temps des bouleversements profonds et rapides. Telle industrie, telle profession, florissantes hier, sont dans le marasme aujourd'hui.

Ce fut le cas des métiers de l'industrie du bois, plus spécialement de l'ameublement, en 1939. A Paris, notamment, les meilleurs ouvriers sortis de nos centres de la mécanique provenaient de cette industrie et possédaient vraiment leur métier.

Bien d'autres professions sont actuellement en léthargie et nul ne sait si elles revivront demain; il faut donc orienter les valeurs inemployées que constituent les ouvriers de ces industries vers des métiers à l'avenir plus certain.

Enfin, la Charte du Travail qui vient d'être promulguée pose, au premier plan, la question de la qualification professionnelle et les professions qui, disons-le bien franchement, s'étaient souvent désintéressées de cet aspect de l'économie, devront maintenant s'en préoccuper.

Grâce au vaste mouvement que le Secrétariat d'État au Travail a entrepris, Comités d'organisation professionnelle, Comités sociaux, trouveront devant eux la voie tracée et à leur disposition des moyens d'action, des expériences concluantes ainsi que tous les concours, tous les conseils nécessaires.

(1) Depuis cette conférence la promotion ouvrière se fait également dans les centres.

Leurs activités et initiatives devront être coordonnées par nos services centraux, afin d'assurer une répartition équitable de la main-d'œuvre.

Nous ne voudrions pas vous laisser croire que les difficultés de main-d'œuvre sont particulières à la France. La plupart des pays en sont au même point, et je terminerai en vous citant la phrase d'un économiste allemand spécialiste de la question, le Docteur Winschuch, qui écrivait à ce sujet au mois d'août dernier :

« La formation professionnelle prendra une importance croissante; l'éducation et l'instruction devront avoir pour objet constant de développer la qualité. Le développement professionnel des adultes devra recevoir une nouvelle impulsion. Dans beaucoup de professions la rapidité des progrès techniques est telle que l'enseignement donné à la Jeunesse ne suffit plus pour toute la vie et que souvent les quadragénaires doivent passer six mois sur des bancs d'écoles ou dans les ateliers, afin de se pénétrer des nouveaux principes et des nouveaux progrès. »

**ÉTAT ACTUEL DES RECHERCHES SUR LES ULTRAVIRUS.
MÉTHODES DE DÉTERMINATION DE LA TAILLE
DES PARTICULES INVISIBLES⁽¹⁾**

par le Dr Pierre LÉPINE,
Chef de Service à l'Institut Pasteur.

Le 6 mars 1937, dans cette même salle, M. Levaditi exposait, avec sa maîtrise habituelle, la question des *Ultravirus* dont il avait fait le sujet de la troisième conférence Carrion. Nombreux sont, je pense, dans cet auditoire ceux qui ont entendu cette conférence et en ont conservé le souvenir. Ils ont donc pu s'étonner qu'ayant reçu à mon tour l'honneur de vous adresser la parole dans les mêmes circonstances, j'aie choisi un sujet si proche en apparence de celui qu'a illustré ici M. Levaditi. Je crois cependant que cet étonnement, si certains l'ont éprouvé, n'est pas légitime.

En effet, les acquisitions nouvelles de la science sont venues depuis cinq ans, sinon bouleverser, du moins modifier très profondément notre conception générale des ultravirus; des techniques nouvelles, nées des progrès scientifiques, nous ont permis d'aborder le problème sous un angle entièrement différent de ce qu'il était en 1937. Il me semble même qu'une comparaison entre l'état de nos connaissances sur les ultravirus tel qu'il vous était alors exposé et « l'état actuel », comme le précise le titre de cette conférence, de la même question, nous permettrait de mieux mesurer le pas de géant que les travaux poursuivis dans quelques laboratoires du monde ont permis de faire dans l'intervalle.

Il est permis de dire que les progrès réalisés correspondent non seulement à l'acquisition de notions nouvelles, mais au franchissement d'un stade de la connaissance humaine aboutissant au stade suivant. Nous voyons en quelque sorte se répéter, pour les agents invisibles des maladies à ultravirus, ce qui s'est passé il y a une et deux générations pour les microbes visibles.

Les découvertes de Pasteur ont marqué le début d'une première période, que j'appellerais de découverte ou d'inventaire, pendant laquelle on s'est évertué à trouver le microbe causal de chacune des maladies infectieuses de l'homme et des animaux. Une fois les limites du nouveau domaine, ouvert par le génie pastorien, à peu près précisées, une deuxième période, période descriptive ou d'anatomie morphologique, lui a succédé, pendant laquelle les caractères propres à chacun des microbes ou des parasites reconnus ont été longuement étudiés, observés et décrits. Ce n'est que plus récemment que la microbiologie a atteint son troisième stade, celui de l'analyse physiologique, où, délaissant la morphologie désormais acquise, les chercheurs s'attachent à étudier le comportement des germes pathogènes dans les milieux naturels et artificiels, à disséquer le mécanisme physiologique de leur métabolisme, à pénétrer dans l'intimité de leur structure.

Si l'on doit encore à Pasteur et à ses élèves, Chamberland, Thuillier, et surtout Roux, la connaissance du premier ultravirus pathogène, celui de la rage, dont ils nous ont laissé une étude magistrale, ce n'est que dans les dernières années du XIX^e siècle que l'on a pris conscience de l'importance et du nombre des maladies causées par des germes invisibles. C'est alors que, pour la fièvre aphteuse, Löffler et Frösch en 1896, pour la mosaïque du tabac, Beijerinck en 1899, après Iwanowsky en 1892, pour la fièvre jaune, Reed, Carroll et Agramonte en 1901, montraient que les agents de ces maladies infectieuses étaient capables de traverser les parois des filtres en porcelaine, dont on pensait jusque-là qu'ils devaient retenir tous les microbes.

Pendant les trente premières années de ce siècle, une quantité de maladies, dont les

(1) Conférence faite par l'auteur le 13 juin 1942, à la Société d'Encouragement.

germes étaient restés inconnus, ont été successivement rattachées à des ultravirus. Nous ne connaissons aujourd'hui plusieurs centaines. Si nous pouvons penser que la liste n'est pas près d'en être close, il faut constater néanmoins que les plus récemment reconnus des virus caractérisent des maladies d'importance mineure, ou mal individualisées jusqu'ici : nous pouvons dire que nous avons terminé la phase de l'inventaire des maladies à virus. La liste est d'importance : ce sont des virus qui causent chez l'homme, outre la rage et la fièvre jaune déjà nommées, les différentes encéphalites, la paralysie infantile, la dengue, la variole, la plupart des fièvres éruptives et beaucoup d'autres maladies; chez l'animal, la fièvre aphteuse, toutes les pestes animales et nombre d'affections du système nerveux; dans le domaine végétal, les mosaïques, ainsi qu'une quantité d'affections revêtant les symptomatologies les plus variées, dont l'importance économique est considérable. Dans l'ensemble, des maladies graves souvent épidémiques, et contre lesquelles, si nous pouvons parfois protéger par la vaccination préventive, nous sommes en règle générale à peu près totalement désarmés une fois la maladie déclarée.

Nous avons, enfin, pu déterminer les caractères principaux communs à tous ces ultravirus et qui en font une classe à part dans les germes pathogènes. Ces caractères sont :

1° Leur *petite taille*. Celle-ci est telle qu'elle a pour corollaire la double caractéristique, celle qui frappe le plus les imaginations, de leur *invisibilité* et de leur *filtrabilité*.

2° Leur *spécificité* et leurs *affinités électives*, ce qui veut dire qu'un virus donné, quel que soit le nombre des espèces sensibles qu'il frappe, détermine toujours la même maladie, s'attaquant de préférence à certains tissus, tel le système nerveux, voire à tel groupe de cellules, pour lesquelles il est doué d'affinité biologique.

3° Leur *parasitisme obligatoire* : les virus sont incapables de se multiplier dans les milieux extérieurs et, le plus souvent, incapables d'y survivre; ils ne peuvent se multiplier qu'aux dépens des cellules des organismes dans lesquels ils se développent et dont ils parasitent les cellules (plus particulièrement le noyau) en y déterminant des lésions d'un type particulier, que l'on peut reconnaître à l'examen histologique, et qui sont en quelque sorte la signature du processus infectieux.

4° Enfin des recherches déjà anciennes ont montré que, bien qu'étant invisibles, les ultravirus sont cependant de *nature particulière*, c'est-à-dire que la virulence est attachée, non à un principe soluble, mais à des particules matérielles, que mettent en évidence des techniques spéciales, ou simplement le phénomène de discontinuité observé dans les suspensions virulentes très étendues.

5° Si l'on ajoute à ces caractères fondamentaux le fait que les virus se montrent en général des *antigènes*, c'est-à-dire qu'inoculés à une espèce animale sensible, ils déterminent une infection suivie d'immunité, cette immunité pouvant être mise en évidence, soit par la résistance à une réinoculation par le même virus, soit par la constatation, dans le sérum des individus ayant été éprouvés, de substances capables de neutraliser le virus pathogène, nous aurons résumé les notions fondamentales essentielles, et toujours exactes, que l'on pouvait avoir il y a quelques années sur ces germes mystérieux.

*
* *

La petite taille des virus, inférieure à la moitié de la longueur d'onde des radiations visibles les plus courtes, les condamnait, pensait-on, à une invisibilité définitive, exception faite de quelques-uns dont le diamètre infravisible peut être suffisamment accru par des procédés de surcoloration pour les hausser jusqu'au monde apparent. Mais on avait, par les procédés de filtration dont nous parlons plus loin, pu établir qu'il existe toute une échelle de tailles dans l'invisible, classant les virus entre les plus petites des bactéries et les plus grosses des protéines alors connues. Les virus paraissaient donc occuper une catégorie à part, et on les considérait, en général, comme des éléments corpusculaires organisés, sortes d'êtres inférieurs, à la biologie rudimentaire, adaptés à un parasitisme étroit.

Cette conception, la plus simple des théories en présence pour expliquer la nature des

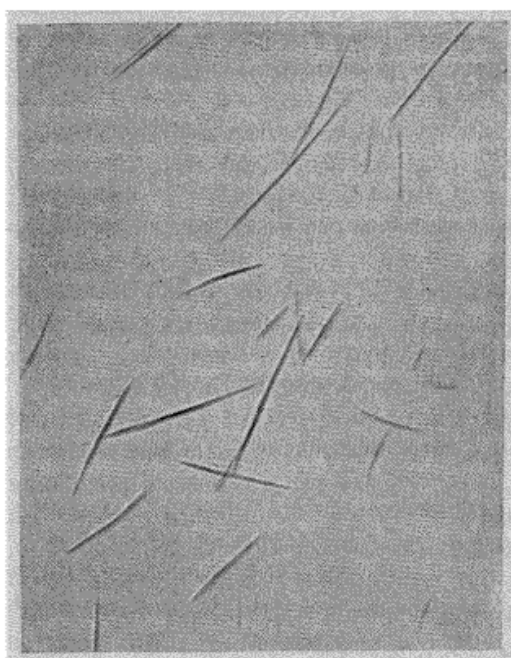
ultravirus, avait l'avantage de concilier sans effort d'imagination les faits connus et les habitudes de pensée contractées par les biologistes en étudiant les microbes visibles.

Mais deux faits d'une importance capitale sont venus depuis renouveler nos conceptions. Ce sont :

1° La cristallisation du virus de la mosaïque du tabac et de certaines mosaïques végétales par W. M. Stanley (à l'Institut Rockefeller, Princeton, U. S. A.);

2° La démonstration de la nature monomoléculaire de certains virus animaux et végétaux, démonstration qui résulte principalement des études sur l'ultracentrifugation faites par T. Svedberg (à l'Institut de Physique d'Upsala, Suède), et de toutes celles qu'a permises cette technique.

Je voudrais vous dire quelques mots de ces deux découvertes et vous montrer comment elles ont ouvert la voie aux études actuelles. Nous verrons comment ces travaux, touchant en apparence à la chimie pure, se relient aux recherches sur la taille et les dimensions spatiales des différents ultravirus.



Clché W. M. Stanley.

FIG. 1. — Cristaux du virus de la mosaïque du Tabac.

On savait depuis longtemps que le virus de la mosaïque du tabac est présent en assez grande quantité dans les feuilles infectées et qu'il était capable de résister à des traitements physiques ou chimiques qui détruisent habituellement les ultravirus, dont la faible résistance à la chaleur et aux antiseptiques est précisément l'une des caractéristiques. Par différentes méthodes chimiques employées couramment pour la séparation des constituants des sérums (par exemple, la précipitation des globulines sériques au moyen du sulfate d'ammonium), ou pour l'extraction des diastases, méthodes combinées ou non à l'ultracentrifugation, Stanley est arrivé à extraire des jus de tabac infectés une nucléoprotéine que des purifications successives ont amenée à un degré tel que, placée à un pH acide en présence de sulfate d'ammonium, elle précipite en masses soyeuses présentant au microscope l'aspect d'aiguilles cristallines (v. fig. 1). La chose ne serait pas en soi révolutionnaire, si les cristaux protéiques ainsi obtenus

n'offraient la particularité de représenter la totalité des principes virulents des jus de tabac infectieux. La virulence spécifique de la protéine demeure intacte malgré 15 recristallisations successives, ce qui nous conduit à la conclusion nécessaire que le pouvoir pathogène, propriété essentielle d'un virus et jusqu'ici considéré comme un attribut exclusif de la matière vivante, peut être lié à une nucléoprotéine purifiée cristallisable, capable après inoculation de se reproduire indéfiniment dans les tissus végétaux.

En effet, inoculée à une plante saine, la protéine-virus du tabac s'y multiplie en abondance, au sein et aux dépens des protéines de la plante, reproduisant le virus avec toute sa spécificité. Car on peut transmettre l'infection à toute une série d'espèces végétales : haricot, tomate, épinard, etc. Quelle que soit l'espèce inoculée, c'est toujours la protéine-virus du tabac que l'on recueille, avec ses caractères physiques (cristallisation, taille), chimiques (composition) et biologiques (antigénicité spécifique)⁽¹⁾.

Les recherches de Svedberg sur la constitution des protéines examinées par le moyen de l'ultracentrifugation, nous ont mis en main une technique très précise pour déterminer, non

(1) Ce dernier caractère permet de distinguer l'action de la protéine-virus de celle qu'aurait une diastase : le fibrin-ferment de la poule permet de coaguler le plasma d'un autre animal, le dindon par exemple; mais dans ce cas, c'est de la fibrine de dindon et non de poule que l'on recueille.

seulement la masse moléculaire, mais le degré d'homogénéité des protéines obtenues. Examinée à l'ultracentrifuge, la protéine virulente du tabac nous apparaît comme une protéine très homogène, ayant tous les caractères d'une substance monomoléculaire. Enfin, l'analyse chimique nous permet d'en déterminer la composition générale : il s'agit d'une nucléoprotéine, ester phosphorique d'un glucide, le *d*-ribose, uni à un complexe azoté selon le schéma classique des tétranucléotides. C'est une protéine stable, et non un polypeptide résultant de la condensation d'acides aminés. La virulence est proportionnelle au taux d'acide nucléique de la protéine, et varie parallèlement avec lui.

On a pu discuter la découverte de Stanley et faire remarquer que les aiguilles cristallines virulentes sont des paracristsaux liquides, orientés dans deux dimensions seulement de l'espace, et non des cristaux véritables. Cela n'enlève rien au fait lui-même. Du reste, d'autres virus végétaux (*bushy stunt* de la tomate) ont pu être obtenus à l'état de cristaux véritables, en dodécaèdres parfaits. On a pu penser également qu'il s'agissait là d'une catégorie particulière de virus propres au système végétal et différents des virus animaux : des virus animaux authentiques, tels que celui de l'encéphalomyélite américaine du cheval (maladie atteignant l'homme comme les équidés) et celui du papillome du lapin (agent d'une tumeur infectieuse transmissible du lapin sauvage), ou celui de la fièvre aphteuse, ont pu, à leur tour, être obtenus à l'état de protéine purifiée monomoléculaire, avec un degré de pureté et d'homogénéité moléculaire dépassant celui des protéines végétales. C'est ainsi que Neurath et ses collaborateurs sont arrivés à donner à la constante de sédimentation de la protéine du papillome de Shope une valeur de $278,3 \times 10^{-13}$. La dose infectante moyenne de cette protéine (telle que l'inoculation de 0,1 cc donne 50 p. 100 de papillomes apparaissant en 26 jours) est de $10^{-8,285}$ grammes, représentant $56,8 \times 10^6$ molécules. Des déterminations analogues ont pu être faites pour tous les virus obtenus jusqu'ici à l'état pur.

Nous devons nous faire désormais des ultravirus, agents invisibles des maladies infectieuses, l'idée, non plus de petits microbes, c'est-à-dire d'individus ayant une organisation complexe, mais de substances chimiques analysables, ayant une structure mono ou paucimoléculaire, définissables par leurs caractéristiques physiques et chimiques.

Ainsi les techniques nouvelles nous permettent-elles de brûler les étapes et de passer directement du stade de l'« inventaire » des maladies à celui de l'étude simultanée de la morphologie et de l'analyse chimique des molécules virulentes. Si cette dernière ne sera progressivement applicable aux virus qu'au fur et à mesure de leur obtention à l'état de pureté, déjà les méthodes physiques à notre disposition nous permettent, quel que soit le virus en cause, de nous faire une idée précise de certaines de leurs caractéristiques, et avant tout de leurs dimensions spatiales.

* * *

Une première approximation, avec une exactitude relativement très grande, nous est donnée par les méthodes de l'*ultrafiltration* sur membranes graduées (Elford ; Grabar). Cette méthode consiste à filtrer les suspensions virulentes sous pression, dans des conditions physiques précises, à travers des membranes nitrocellulosiques dont la porosité est connue. Les membranes sont préparées en dissolvant de la nitrocellulose pure dans un mélange d'éther et d'alcool éthylique, auquel on ajoute en proportions variables de l'alcool amylique et de l'acétone ; la solution est versée sur des plaques de verre mince et évaporée dans des conditions définies. La proportion des différents solvants permet d'obtenir des membranes homogènes présentant des pores suffisamment uniformes, donc relativement isoporeuses, dont le calibre peut être déterminé à l'avance et contrôlé par la mesure de la vitesse d'écoulement d'un volume d'eau. La filtration est en elle-même une opération complexe, où jouent divers facteurs influençant le passage ou la retenue des particules, qui ont en général le tiers ou la moitié du diamètre des pores les plus petits qu'elles puissent franchir.

On a pu fixer ainsi la taille des différents virus, selon une échelle allant de 200 m μ environ (vaccine, myxome du lapin, maladie des canaris) à 10 ou 12 m μ (poliomyélite, fièvre aphteuse)⁽¹⁾.

(1) Rappelons que le millimicron, ou m μ , est le millionième de millimètre, ou encore $1 \text{ m} \times 10^{-9}$.

Mais la filtration, tout en donnant une idée assez précise, et généralement exacte, sur la taille des virus, ne nous dit habituellement rien sur la dispersion des éléments mesurés, la méthode employée étant celle dite du « point terminal », qui ne précise que la taille des plus petites particules susceptibles de traverser le filtre.

L'*ultracentrifugation* nous apporte des précisions plus grandes. Elle nous permet, en outre, sous certaines conditions, de calculer la masse moléculaire des particules considérées.

On entend par ultracentrifugation les centrifugations effectuées à très grande vitesse (de 20 000 à 230 000 tours à la minute, et plus) dans des conditions physiques rigoureuses, qui permettent d'éviter le brassage des molécules dû aux remous mécaniques, à la diffusion ou à l'agitation thermique. Les grandes vitesses réalisées entraînant le développement de champs centrifuges d'une intensité considérable (de 10 000 à 900 000 g), il devient possible de sédimenter les particules à l'échelle moléculaire, échelle dont les virus occupent le sommet.

Il faut distinguer parmi les matériels qui ont été réalisés pour ces recherches :

1° Les ultracentrifugeurs avec système optique (Svedberg; Bauer et Pickels; Wyckoff)

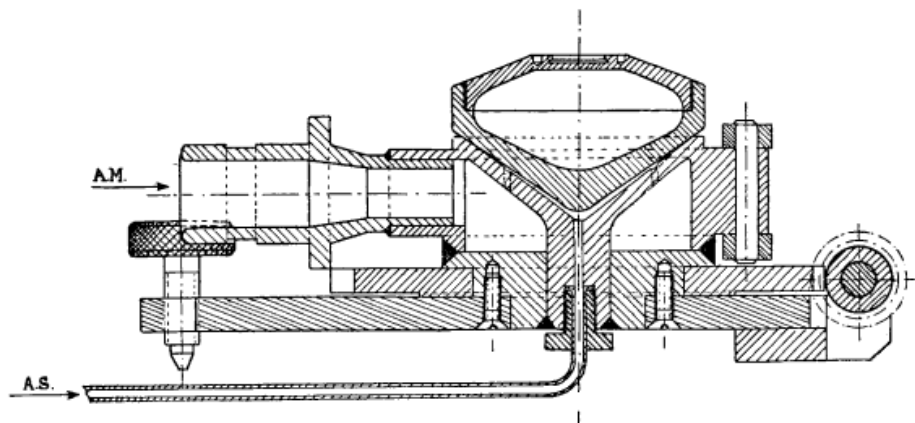


FIG. 2. — Schéma de l'ultracentrifugeur à air comprimé (appareil de HENRIOT et HUGUENARD modifié). AM, arrivée de l'air moteur; AS, arrivée de l'air sustentateur qui soutient le rotor aux faibles vitesses et lors du freinage.

permettant d'observer pendant la centrifugation le contenu d'une cellule à centrifuger, où la répartition des molécules, leur déplacement réel et leur gradient de taille sont suivis, soit par l'absorption de la lumière (bande d'absorption sélective en ultraviolet), soit par une méthode de réfraction. Ces appareils, mus par des turbines à huile ou à air comprimé, sont volumineux, de construction très onéreuse, mais ils sont susceptibles de donner des résultats d'une grande précision.

2° Les appareils sans système d'observation (Mc Bain et Leyda; P. Lépine), généralement dérivés du principe des centrifugeurs à grande vitesses à air comprimé de Henriot et Huguenard. Ils ont pour eux l'avantage d'un moindre prix de revient, mais les mesures ne peuvent être effectuées que sur les liquides prélevés après arrêt de l'appareil, dans des portions de la solution immobilisées par capillarité. On compare le nombre des particules, ou la concentration de la suspension originelle, avec les valeurs obtenues dans une fraction de liquide non soumise à la centrifugation, et l'on déduit des chiffres obtenus le chemin parcouru par les éléments.

L'appareil en service à l'Institut Pasteur est une modification de la toupie originelle d'Henriot et Huguenard. Le stator, monté élastiquement, est alimenté par huit tuyères amenant l'air comprimé. Il reçoit en outre une adduction centrale d'air comprimé, indépendante de l'alimentation des tuyères, permettant de substituer à l'air moteur jouant à la fois le rôle d'axe et de lubrifiant, une nappe annulaire d'air purement sustentateur, afin d'assurer le ralentissement du rotor sans l'emploi des freins et l'arrêt sans contact solide (v. fig. 2).

Le rotor muni d'aubages extérieurs, rotor classique de 80 mm de diamètre dans un premier modèle, rotor spécial dans un deuxième modèle, est rempli par un bloc de duralumin usiné à son tour, qui s'y adapte exactement. Dans le plan équatorial, trois cavités radiales cylindriques de 7,5 mm de diamètre, axées à 120° , débouchant à l'extérieur, servent d'accès à autant de cavités de même diamètre qui les prolongent d'autre part de l'axe du rotor. On peut ainsi loger horizontalement en équilibre statique dans ces cavités, trois tubes renfermant la matière à centrifuger; un regard circulaire de 15 mm de diamètre, fraisé comme un puits au centre de la partie supérieure du bloc jusqu'au plan des cavités, permet d'apercevoir les sections tangentes des six orifices, dont trois débouchent à l'extérieur et trois, en opposition avec les précédents, sont ceux des porte-tubes (v. fig. 3).

Les tubes à centrifuger peuvent être en verre cristal (tube thermométrique) pour des vitesses de rotation ne dépassant pas 30 000 t/m. Pour des vitesses angulaires allant jusqu'à 90 000 t/m, nous avons adopté, après nombre d'essais, des cylindres tournés en plexiglas, d'un diamètre extérieur de 7 mm, d'une longueur de 24 mm, dans lesquels est forée une cavité longue de 19 à 20 mm, d'un diamètre allant de 1,5 à 3 mm, selon la viscosité du liquide à centrifuger. Pour des vitesses supérieures à 90 000 t/m, allant jusqu'à 130 000 t/m, réalisées avec un troisième rotor, de 60 mm, celui-là, il est nécessaire d'utiliser des tubes métalliques. Les prélèvements se font dès l'arrêt du rotor au moyen d'une seringue de précision au $1/100^\circ$ de cm^3 , munie d'une fine aiguille sectionnée à la longueur voulue par un prélèvement donné.

Les mesures de vitesse, élément essentiel du calcul, se font de la manière suivante : le rotor en acier a été aimanté et sa rotation détermine, par induction dans une bobine réceptrice, un courant alternatif, à raison d'une période par tour, dont la fréquence est appréciée soit suivant une méthode acoustique, soit par opposition, dans un oscillographe cathodique, à un courant de fréquence connue, donné par un générateur hétérodyne, de façon à former sur l'écran fluorescent de l'oscillographe, les figures classiques de Lissajou.

Qu'il s'agisse du déplacement réel observé pendant la centrifugation, ou du déplacement calculé par la diminution de concentration, on en extrait, par calcul, la taille des particules en appliquant l'une des formules qui ont été déduites de la loi de Stokes, formules dans lesquelles interviennent la valeur du champ centrifuge et la distance parcourue dans un temps donné par des particules cheminant dans un milieu de viscosité et de densité connues.

L'application de ces formules, relativement simples, suppose la connaissance de la densité des particules centrifugées. Celle-ci ne peut être déterminée avec précision que lorsqu'il s'agit de substances obtenues à l'état pur, ce qui est généralement l'exception lorsqu'on s'adresse à des produits biologiques souvent complexes. Dans ce dernier cas, le plus courant, la densité est, soit calculée par approximation, soit déterminée suivant des méthodes faisant appel à la centrifugation différentielle dans des milieux différents de densité connue. Une méthode récemment mise au point à l'Institut Pasteur permet, pour ces déter-

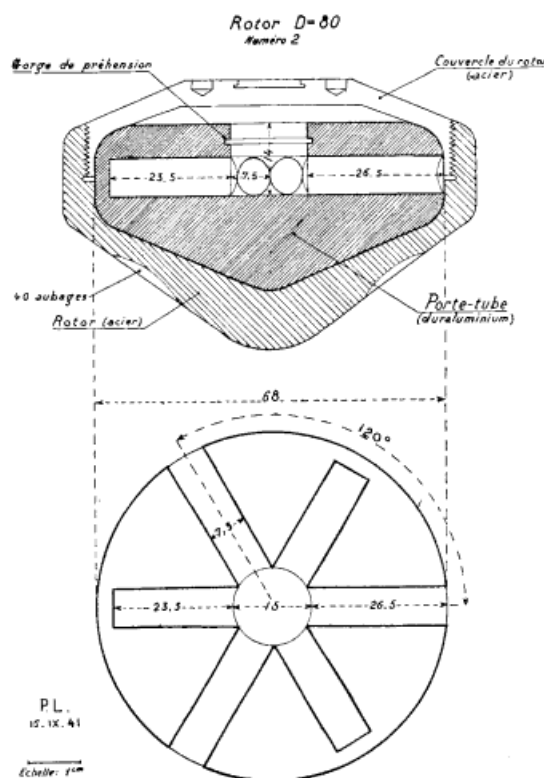


FIG. 3. — Schéma du rotor de l'ultracentrifuge, avec son porte-tubes.

minations, au lieu d'employer des solutions concentrées de sels qui introduisent des causes d'erreur (par la déshydratation des particules et par l'augmentation du nombre des molécules étrangères dans le solvant), de comparer les vitesses de sédimentation du produit examiné dans l'eau distillée (H_2O) et dans l'eau lourde (D_2O); on calcule ensuite, par extrapolation de la courbe obtenue, la densité du liquide théorique (D'_2O) dans lequel cette vitesse serait nulle, la densité du milieu y étant égale à celle des particules.

Quelle que soit la méthode employée, les déterminations des densités des virus nous conduisent à des chiffres relativement élevés (1,3 en moyenne), confirmant que l'on a affaire à des nucléoprotéines lourdes. Celles-ci se montrent, du reste, assez proches parentes des nucléoprotéines normales que l'on rencontre dans les cellules saines, et qu'il est très souvent difficile de séparer des virus lorsqu'on extrait ces derniers de tissus pathologiques. Les recherches poursuivies à l'Institut Pasteur, avec MM. Jean C. Levaditi et J. Giuntini, nous ont ainsi montré que les « corpuscules normaux » que l'on trouve associés en proportion variable aux corps élémentaires du virus vaccinal (et qui sont vraisemblablement des débris nucléaires) ont une densité de 1,29 et une constante de sédimentation de $S_{20} = 28,1 \times 10^{-11}$ cm/sec/dyne, correspondant à une taille moyenne de 132 $m\mu$ et à un poids de $1,56 \times 10^{-15}$ g, c'est-à-dire des constantes physiques relativement très voisines de celles des éléments virulents.

Les résultats fournis par la centrifugation pour le calcul des tailles des virus présentent, avec ceux obtenus par la filtration, une coïncidence remarquable, avec un degré de précision très satisfaisant.

On peut encore apprécier la taille d'éléments biologiques échappant aux moyens directs d'investigation, par l'irradiation au moyen des rayons X (Holweck), ou au moyen des rayons α du radium. Un calcul statistique, connaissant le nombre des photo-électrons répartis sur une surface donnée d'une suspension virulente et la proportion biologique d'éléments détruits, permet d'en déduire la taille de ces derniers. La précision obtenue est un peu moins grande qu'avec les méthodes précédentes, soit que la cible sensible ne soit pas égale à la totalité de la surface du corpuscule (cas des levures, par exemple, où la destruction d'un organite amène la mort de toute la cellule), soit que l'existence d'un cylindre d'ionisation autour des particules α entraîne une certaine indétermination de taille (environ 10 à 15 $m\mu$).

Dans l'ensemble, la comparaison des différentes méthodes de mesure de la taille des particules invisibles donne des résultats concordants et nous permet de considérer comme valables les chiffres obtenus. Mais cela ne veut pas dire qu'ils nous permettent de préciser la forme des particules soumises à notre investigation. En effet, au cas où l'on a affaire à des particules dissymétriques, les chiffres donnés par la filtration sont ceux du plus petit des diamètres, et ceux tirés de l'ultracentrifugation correspondent au diamètre d'une particule supposée sphérique égale à la moyenne des diamètres réels. Par la radiobiologie, enfin, on détermine, au mieux, la dimension d'une surface circulaire égale à la surface réelle, en admettant que celle-ci soit égale à la surface sensible.

Nous pouvons néanmoins, par d'autres méthodes physiques, arriver à préciser, lorsqu'il existe, le rapport de dissymétrie des diamètres d'une particule allongée, cas fréquent des molécules protéiques. La *vitesse de diffusion* des particules dans un milieu donné, la *biréfringence d'écoulement* en lumière polarisée, l'*anisotropie électrique* dans un champ électrique ou magnétique, enfin l'étude de la *diffraction des rayons X*, nous permettent de calculer, soit le rapport de dissymétrie, soit la relation entre les deux axes de la particule considérée. Dans le cas de la mosaïque du tabac, par exemple, qui a été l'objet du plus grand nombre de recherches, ce rapport a pu être déterminé avec précision. Il est d'environ 1/35 à 1/37. Pour la protéine du papillome, le rapport axial est de 1/7. Les virus protéiques virulents qui ont ainsi pu être étudiés se présentent à nous, soit comme des masses sphériques, soit comme des corps assimilables à des ellipsoïdes de révolution ou à des bâtonnets allongés.

Enfin, le développement récent de la *microscopie électronique* nous a permis d'obtenir de véritables photographies des particules trop petites pour être accessibles aux rayons lumineux ou ultraviolets. La méthode consiste à bombarder des préparations, extrêmement

minces et placées dans le vide, par un faisceau d'électrons monocinétiques soumis à l'action des champs électriques ou magnétiques de symétrie axiale, qui agissent sur leur cours comme les lentilles sur un rayon lumineux. Les grossissements pratiques réalisés jusqu'ici vont de 10 000 à 60 000 diamètres et peuvent théoriquement atteindre jusqu'à 100 000 diamètres. Les résultats obtenus par cette méthode nouvelle ont confirmé, dans leur ensemble, les notions sur la taille et sur la forme des particules de virus que d'autres méthodes physiques nous avaient permis d'atteindre. Ils mettent en évidence, en outre, l'absence de toute structure différenciée à l'intérieur ou à la périphérie de ces particules. Ce dernier point confirme indirectement les recherches physiologiques (Mc Farlane), qui ont montré que l'on ne pouvait déceler, chez les virus, les réactions caractérisant un métabolisme proprement dit (respiration, assimilation).

Sans membrane limitante, sans ferments ou diastases, formés d'une seule molécule protéique ou de l'agrégat d'un petit nombre de molécules, nous voyons donc que tout concorde aujourd'hui pour nous empêcher de concevoir les ultravirus comme des êtres vivants, ayant une individualité propre et une existence autonome.

Est-ce à dire que les agents invisibles des maladies virulentes doivent être considérés comme des particules inanimées? C'est la conclusion que l'on serait tenté de tirer, au premier abord, des constatations qui attribuent à un certain nombre d'entre eux au moins, une structure cristallisable. Mais, si le fait est indéniable, il serait prématuré d'en tirer des conclusions définitives, conclusions dont la portée a, du reste, une valeur plus philosophique que biologique.

Si nous ne pouvons, en effet, plus concevoir les ultravirus comme des êtres animés, doués d'individualité, il ne s'ensuit pas nécessairement qu'ils en soient pour autant privés de vie. Il est vrai qu'un organisme, même unicellulaire, une bactérie par exemple, suppose le fonctionnement harmonieux d'un certain nombre de fonctions vitales inséparables des manifestations de l'être vivant; mais il est possible que la vie soit, à une échelle inférieure, fonctionnellement dissociable en ses fonctions élémentaires et que, sans être partie intégrante d'un tout vivant, une molécule ou un agrégat moléculaire soient doués de propriétés et capable de réactions ayant en partie, mais en partie seulement, les attributs de la vie.

De même que l'on a comparé la structure moléculaire des virus à une architecture proto-cellulaire, de même leur mode d'action et de reproduction peut-il être qualifié de proto-vital. Sans décider si les virus eux-mêmes sont vivants, constatons que leur existence et leur devenir sont liés à la vie et à la mort des cellules qu'ils parasitent. Nous ne pouvons actuellement en dire plus long sans faire appel à des conceptions métaphysiques ou sans chercher à cacher notre ignorance derrière les mots.

Mais la notion de virus-protéine est venue poser à notre esprit, sous une forme inattendue, la question de l'origine de la maladie et de la genèse du virus.

À l'heure actuelle, on peut ramener à deux théories celles qui s'affrontent pour expliquer l'origine des maladies à virus, suivant qu'elles invoquent soit l'*origine endogène*, soit l'*origine exogène* des nucléoprotéines spécifiques.

Dans la première hypothèse, le virus naîtrait par autocatalyse au sein des cellules de l'organisme, sous l'influence d'une déviation accidentelle du métabolisme cellulaire. Une fois déclenché, le mécanisme s'entretiendrait par propagation de proche en proche.

Dans la seconde hypothèse, la maladie naîtrait de la pénétration, dans une cellule sensible, de la protéine spécifique capable de s'accroître aux dépens des protéines normales et de dériver à son profit le métabolisme cellulaire de l'organisme parasité.

En d'autres termes, et en donnant aux mots dans le domaine chimique le sens qu'ils ont dans le domaine cytologique, dans le premier cas il s'agit d'une génération spontanée, dans le second cas il s'agit d'une greffe.

Sans prendre parti, nous avouons accorder toutes nos préférences à cette seconde explication, qui paraît mieux concorder avec les faits observés : spécificité rigoureuse de la protéine virulente quelle que soit l'espèce animale ou végétale sur laquelle elle se développe, constitution chimique différente de celle des cellules parasitées, absence de transmission héréditaire de l'infection.

Nous ne dissimulons pas que bien des points restent obscurs dans le problème des ultravirus. Mais les recherches que nous avons résumées sommairement ont renouvelé le problème, et donné une orientation nouvelle aux travaux. Déconcertés tout d'abord par l'idée de molécule chimique se substituant à celle d'agent animé, de cristallisation de protéines remplaçant la morphologie des germes, les chercheurs ont vite compris qu'il n'y avait pas d'antagonisme entre le domaine de la physico-chimie et celui de la biologie. Avec sa prescience géniale, Pasteur avait déjà vu l'analogie et fait le rapprochement : « Le devenir du germe de la molécule chimique consiste dans la cristallisation, dans la forme qu'elle revêt, dans les propriétés physiques, chimiques. Ces propriétés sont en puissance dans le germe de la molécule au même titre que les organes et les tissus des animaux et des plantes le sont dans leurs germes respectifs⁽¹⁾. »

Les travaux actuels nous ont permis d'aborder, dans le monde invisible des virus et des molécules, le problème passionnant des frontières de la vie et de la mort. Les recherches d'hier ont posé de nouvelles questions auxquelles répondront les expériences de demain.

(1) L. PASTEUR. *Œuvres*, réunies par Pasteur Vallery-Radot, t. VII, p. 28. Masson édit., 1939.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES PUBLIQUES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT.

Distribution des récompenses décernées en 1941.

(Samedi 20 Juin 1942).

La cérémonie était marquée cette année par une solennité particulière puisque, outre ses prix habituels, la Société consacrait par de nombreuses récompenses l'effort des exposants de la Qualité française.

M. MAGNE, Président, était assisté de MM. REVILLIOD, secrétaire général de la Préfecture de la Seine, JOURDAIN, représentant M. le Ministre des Colonies, DEBRETAGNE, chef du Service de la Formation professionnelle, représentant M. le Secrétaire d'Etat au Travail.

Allocution de M. H. M. Magne, président.

Mesdames, Messieurs,

Évoquant, l'année dernière, les bienfaiteurs présents et passés de notre Société, je rappelais que leurs bienfaits nous créaient autant de devoirs et qu'il nous fallait garder une place digne d'eux et de nous par la foi et le travail.

Nous pouvons dire, je crois, que notre activité a été l'accomplissement de ces paroles.

Avec le concours de l'Institut de Recherche et de Coordination artistiques et techniques (IRCAT), nous avons restauré la notion de la qualité française par une Exposition qui en faisait apparaître l'esprit dans les domaines les plus divers et réunissait aux œuvres d'une élite d'architectes, d'ingénieurs, d'industriels, d'artistes, d'artisans et d'ouvriers l'importante contribution des Secrétariats d'Etat à l'Éducation nationale, au Travail, aux Communications.

Je remercie, au nom de la Société d'Encouragement, les organisateurs de cette manifestation, dont le talent et la science nous ont permis cette réussite, et je suis heureux de l'hommage que notre Conseil a rendu aux exposants, qu'il a tenu à associer aujourd'hui aux lauréats de nos récompenses habituelles.

En même temps, notre Société, avec le concours de la Société des Ingénieurs civils de France et de la Société de Chimie industrielle, donnait un cycle de conférences qui, par la grande variété et l'importance des questions traitées, formait le commentaire de l'Exposition sous son double aspect : ressources et réalisations nouvelles.

Ce cycle, qui a eu lieu en automne 1941, fut suivi d'une seconde série de conférences au printemps 1942.

D'autre part, la création d'un Prix Robin, dû à l'initiative du Comité des Arts économiques, est venu nous permettre, tout en évoquant une mémoire qui nous est chère, de provoquer des recherches dans les domaines de la métallographie et de la mécanique physique.

Tel serait le bilan réconfortant de cette année, s'il n'était assombri par la perte de quelques-uns des plus éminents de nos collègues :

M. Jules ALQUIER, membre du Comité d'Agriculture, MM. H. JOSSIER et J. LOEBNITZ, membres du Comité des Arts chimiques, et, tout récemment, M. BIHOREAU, membre du Comité des Arts économiques.

Mais, en saluant leur mémoire, je songe aussi à l'exemple de travail que leur vie nous a donné.

Je disais encore l'année dernière que nous devons savoir tirer du passé ses véritables leçons et que ce n'étaient pas les événements d'hier ou d'avant-hier qui, seuls, devaient nous apparaître, c'était la suite des traditions françaises de finesse, de labeur, d'énergie, de conscience; c'était aussi la série des inventions de la science française, tant de fois accueillies dans ces murs; œuvre collective et individuelle à la fois, accomplie parmi bien des vicissitudes.

Là encore, il me semble que ces paroles dessinaient un programme qui s'est précisé depuis et qui est en train de s'accomplir.

En effet, le succès remporté par notre Exposition de la Qualité française a déterminé l'organisation, au Conservatoire national des Arts et Métiers, d'une manifestation officielle consacrée au Génie technique dans la civilisation européenne, manifestation qui s'inspirera de l'évolution historique et qui montrera, se complétant l'un l'autre, l'apport du génie français et celui du génie allemand dans le progrès commun.

C'est sous la forme d'une nouvelle série de conférences, accompagnées, s'il se peut, de présentations concrètes, que notre Société contribuera à cette synthèse. On y verra la grandeur, la continuité des efforts, souvent séculaires, auxquels telle grande invention a dû d'être conçue, de devenir viable, de se répandre.

Une telle évocation pourrait nous inspirer quelque inquiétude, si nous n'avions pas cette réconfortante certitude : l'ardeur qui suscita ces efforts, si longtemps poursuivis, continue à habiter l'âme de nos savants, de nos ingénieurs, de nos artistes; le labeur de nos ouvriers, artisans et paysans ne fera pas non plus défaut à l'heure grave que traverse notre pays.

Cette certitude, les lauréats que nous accueillons ce soir nous l'apportent. Aussi, la cérémonie qui nous réunit aujourd'hui paraît-elle une des manifestations les plus significatives de l'esprit qu'on est en droit d'attendre de la France nouvelle.

Il y a d'abord, dans cet esprit, une orientation de volonté et d'intelligence que je ne puis définir que par ces mots : un idéal agissant. Cette orientation fut celle de l'époque où naquit notre Société, époque où,

selon le mot de Michelet, il fallait inventer ou périr. Aujourd'hui, des difficultés analogues ne doivent pas nous abattre, mais nous grandir.

En second lieu, il ne faut pas oublier que les événements actuels, en changeant les données matérielles des problèmes, nous rendent le service de nous forcer à chercher des solutions nouvelles. Ils en changent aussi l'échelle, puisqu'il nous faut penser désormais dans le cadre de l'Europe. Ici encore, notre Société ne fait que reprendre ses plus anciennes traditions. Nos relations avec les fondeurs d'acier de la Ruhr remontent à plus de cent trente ans et ceux-ci se sont plu récemment à nous le rappeler.

Je suis certain que la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ne restera pas étrangère aux grandes réalisations d'un proche futur auquel notre pays prendra sa part.

Enfin, on sent aujourd'hui la nécessité d'un ordre intérieur, d'une solidarité plus encore que d'une hiérarchie dans le travail.

Nous ne pouvons que partager ces sentiments, nous qui savons que la science et la technique sont essentiellement œuvre collective et que la réussite d'un seul présuppose l'effort de beaucoup.

Ainsi, les mots d'ordre que le Chef de l'État donne à la France ne peuvent être que les nôtres, et il n'est pas surprenant que des hommes jeunes continuent à franchir le seuil de notre vieil hôtel : ils y retrouvent des principes d'action toujours nouveaux parce qu'éternels.

Récompenses attribuées par la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale pour l'année 1941.

La grande médaille annuelle est décernée à M. F. BŒUF pour ses travaux de génétique et d'applications à l'Agriculture, sur rapport de M. Vayssière au nom du Comité d'Agriculture.

RAPPORT SUR L'ŒUVRE DE M. F. BŒUF

Après avoir été, pendant près de quarante années, l'âme de l'organisation de la production végétale en Tunisie, M. Bœuf est actuellement professeur de Génétique à l'Institut national agronomique, professeur de Méthodes expérimentales à l'École supérieure d'Application d'Agriculture tropicale et titulaire de la Chaire relative à la Production des grains à l'École française de Meunerie. Il est membre de l'Académie d'Agriculture et membre correspondant de l'Académie des Sciences coloniales.

Bien que la carrière de M. Bœuf témoigne d'une rare unité de vues et d'une extraordinaire application persévérante dans la conception des problèmes agronomiques aussi bien que dans leur réalisation pratique, poursuivie jusque dans l'organisation technique et commerciale de la vente des produits, il est difficile de donner, dans un bref rapport, une idée de sa prodigieuse et féconde activité, aussi remarquable dans le domaine de l'organisation que dans celui de la recherche et de l'enseignement.

Dans la mesure où une telle œuvre se laisse résumer, on peut dire que c'est en tant que spécialiste de l'expérimentation et de l'écologie agricoles que M. Bœuf a frayé les voies les plus neuves, s'attachant, pour chacun des problèmes envisagés, à en poursuivre l'étude à la fois sur le plan de la science générale et sur celui des applications; partout avec le même souci de précision, d'investigation rigoureusement approfondie. S'il a doté la Tunisie de blés qui ont considérablement accru le potentiel économique de ce pays, il a estimé que sa tâche ne se limitait ni aux travaux de sélection, ni même à ceux d'expérimentation dans les champs. Il a voulu que la valorisation de cette production nouvelle soit assurée par les soins du service qu'il dirigeait : l'appréciation, le classement, le contrôle des récoltes n'ont été mis en œuvre qu'à la suite de longues et minutieuses recherches poursuivies sous sa direction dans les laboratoires si remarquablement outillés de l'Ariana. — Voir conjointes à ce degré de si précieuses qualités de chercheur et de réalisateur est chose si rare que, comme l'a dit, en 1937, au Congrès des Ingénieurs agronomes, l'éminent biochimiste Henri Lagatu, nous ne saurions témoigner trop de gratitude à des hommes qui, tel le professeur Bœuf, ont la volonté et le pouvoir d'aller jusqu'au bout des tâches d'intérêt général qu'ils entreprennent, toujours égaux à eux-mêmes, dans l'étude comme dans l'action.

Bénéficiaire de l'unanime admiration et de la fervente et reconnaissante sympathie, à la fois du monde savant et de celui des agriculteurs praticiens, non seulement dans la métropole et dans notre empire, mais dans maints pays du vieux ou du nouveau monde, M. Bœuf représente le type achevé de l'agronome complet. Curiosité, connaissances, conception, programmes d'action, tout, chez lui, est l'exact reflet de l'harmonieux et parfait équilibre qui est la marque la plus saillante de son caractère. Faut-il s'étonner que tant d'organismes, officiels ou privés, aient sollicité ses avis, voire la direction même de leurs travaux? Partout il fait merveille, tant par ses vues originales que par les facultés de synthèse où il excelle.

Si, cependant, il fallait mettre en lumière quelques-unes des tâches où la maîtrise de M. Bœuf s'est affirmée avec le plus d'éclat, il faudrait insister, beaucoup plus longuement qu'il n'est possible de le faire ici, sur les suivantes :

— Sa contribution aux travaux de sélection individuelle considérée comme une des bases scientifiques fondamentales de l'amélioration des plantes. — En particulier : ses sélections ayant comme critère la mesure de l'indice extensimétrique des blés dits « de force », et l'obtention de lignées pures — cultivées comme telles — de blés tendres; lignées qui constituent, pour la Tunisie, une production entièrement nouvelle, complémentaire de la production métropolitaine; ses lignées étant en même temps adoptées en raison de leur grande tolérance par rapport aux variations de divers facteurs du milieu.

— La contribution considérable et profondément originale qu'il a apportée aux recherches de *physique du globe*, d'*écologie* et d'*expérimentation* (tant en grande culture qu'en station) appliquées à l'amélioration de la production végétale. Rien, dans ce domaine, n'a échappé à sa pénétrante attention, ni l'étude de la radiation solaire, ni celle de l'hydrologie, ni celle de la pédologie dans ses conceptions les plus modernes. — Il s'est fait l'infatigable apôtre des essais comparatifs multiannuels et multiloaux. La comparaison des besoins physiques des lignées et des moyennes météorologiques correspondantes, pour les diverses régions, sert maintenant de guide pour les essais régionaux. — Éminent précurseur, il a su, en outre, susciter la collaboration, à son œuvre, des talents les plus variés, même de la part de savants résidant au loin, et qu'il ne connaissait que par leurs publications. M. Bœuf possède au plus haut degré le sens et le goût des travaux conduits avec l'esprit d'équipe. De ce fait, pour ne citer qu'un exemple : les méthodes de calcul spécialement adaptées aux recherches de physique du globe, ou aux dispositifs expérimentaux justiciables de la statistique, ont pu être mises en œuvre au Service même que dirigeait M. Bœuf à Tunis.

On estime que la plus-value résultant de ces divers travaux pour l'économie agricole du Nord africain français dépasse largement cent millions par an. Belle démonstration de l'efficacité des progrès scientifiques mis au service de l'agriculture.

M. Bœuf a eu le don d'associer étroitement aux efforts du Service botanique et agronomique de Tunisie un grand nombre d'agriculteurs éclairés devenus ses collaborateurs bénévoles, des meuniers, des malteurs, des industriels du textile, des fabricants de produits chimiques, des négociants, etc. — L'organisation complète de la production et de la vente des blés tendres de force constitue un exemple particulièrement remarquable des réalisations que permet la collaboration d'un organisme d'État et de groupements coopératifs de producteurs.

Depuis la dernière année scolaire M. Bœuf fait bénéficier nos futurs agronomes coloniaux de l'incomparable maîtrise qu'il a acquise de ces questions, en leur dispensant un enseignement (de 25 leçons) relatif aux méthodes expérimentales, enseignement créé pour lui. — Ce cours est le premier qui existe, que je sache, dans l'ensemble de nos grandes écoles scientifiques. Les maîtres de notre illustre confrère Henry Le Chatelier, qui s'était fait l'ardent apôtre d'un tel enseignement, ont dû éprouver un frémissement à l'annonce de cette innovation.

D'autre part, M. Bœuf a fondé à l'École coloniale d'agriculture de Tunis un cours distinct portant sur la Génétique et sur ses applications à l'agriculture, à une époque où cette discipline venait à peine de se constituer en corps de doctrine autonome. — La Chaire de Génétique générale de l'Institut national agronomique est la seule de ce genre dans tout notre enseignement supérieur, universitaire ou non, à l'exception de celle récemment créée à l'École supérieure d'Application d'Agriculture tropicale. Son rayonnement est intense. M. Bœuf a su allier, dans son cours, les vues les plus originales sur les méthodes d'amélioration à l'exposé des données les plus neuves sur la biologie moderne, sur les transmissions héréditaires, sur la manifestation des facteurs héréditaires, sur les variations de divers ordres.

« Les Bases scientifiques de l'amélioration des plantes cultivées », traité magistral publié en 1936, et qui valut à M. Bœuf l'attribution, par l'Académie des Sciences, du prix Demolombe, a efficacement contribué à vulgariser en France les notions de Génétique et d'Écologie, dont l'enseignement est loin d'avoir reçu une extension comparable à celle que l'on constate à l'étranger.

M. Bœuf, en quittant le Service botanique et agronomique de Tunisie, organisme qui fait l'émerveillement de tous les visiteurs, qu'il a créé de toutes pièces, organisé, et dirigé durant de longues années — et qui constitue une de ses œuvres maîtresses — a publié une sorte de « testament » de chef de service des recherches qui a suscité l'enthousiasme général, et qui constitue actuellement la charte officielle du personnel de nos stations (« Trente-huit années d'expérimentation agricole en Tunisie. Réflexions d'ordre général », in « Annales du Service botanique et agronomique de Tunisie », T. xii et xiii, 1933-1936, p. 3-31).

Payant largement de sa personne, participant à tous les Congrès et Conférences internationaux, où ses opinions s'expriment avec autant de vigueur que de souveraine sérénité, M. Bœuf est un de nos plus éminents ambassadeurs dans le domaine des choses de l'esprit et de la technique.

Par l'ampleur et la pénétration de ses vues, par l'étendue et la portée de son œuvre, tant comme éducateur que comme chercheur et organisateur, M. Bœuf honore hautement l'Agronomie française. Nul ne paraît plus digne de la grande médaille d'or que votre rapporteur vous propose de lui attribuer pour l'ensemble de ses travaux.

Le *prix Carré* est décerné à la RELIÉPHOGRAPHIE pour ses procédés de photographie en relief, sur rapport de M. Carpentier au nom du Comité des Arts économiques ;

le *prix Parmentier* à M. Armand BLANC, pour l'ensemble de ses travaux et en particulier ceux relatifs à l'ensilage hermétique pour le blé, sur rapport de M. Vayssière au nom du Comité d'Agriculture ;

le *prix Thénard* à la SOCIÉTÉ DES USINES DE MELLE, pour ses procédés industriels ayant apporté un perfectionnement important dans le matériel des usines agricoles et des industries alimentaires, sur rapport de M. Nottin au nom du Comité d'Agriculture ;

le *prix Meynot* à M. TRÉHOREL, invalide de la guerre de 1914-1918, père de neuf enfants, qui, avec la seule aide de sa famille, a mis en culture 22 hectares de friches et de terres incultes, sur rapport de M. Tardy au nom du Comité d'Agriculture,

le *prix Elphège Baude*, conjointement à M. ROUX SPITZ et aux Établissements BAUDET-DONON-ROUSSEL, pour leurs remarquables aménagements de la Bibliothèque nationale, sur rapport de M. Magne au nom du Comité des Constructions et Beaux Arts;

le *prix Fourcade* à M. A. RIGAUT, entré aux Usines de la Société anonyme des Matières colorantes et Produits chimiques de Saint-Denis le 1^{er} juin 1881, totalisant donc 61 ans de services ininterrompus dans l'établissement;

Des *médailles d'or* sont attribuées :

à M. Jacques BÉNARD, pour ses travaux de métallurgie, principalement sur les mécanismes des réactions dans l'état solide, et en particulier sur la décomposition du protoxyde de fer, sur rapport de M. Portevin au nom du Comité des Arts chimiques;

à M. Paul LACOMBE, pour ses travaux de métallurgie et ses recherches sur les nouveaux alliages aluminium-magnésium-zinc, sur rapport de M. Portevin au nom du Comité des Arts chimiques;

à M. Camille Edouard THIÉBAUT, pour l'activité qu'il consacre au développement de l'apprentissage, sur rapport de M. Pernollet au nom du Comité des Arts mécaniques;

à MM. Marcel SANS et Jean BRAVARD, sur rapport de M. Coste au nom du Comité de Commerce;

à M. Robert SATET, pour le rôle important qu'il a joué dans le développement des études relatives à l'organisation scientifique du travail, sur rapport de M. Lacoïn au nom du Comité de Commerce.

Des *médailles de vermeil* sont attribuées :

à M. Raymond de FLEURY, pour ses travaux relatifs aux applications nouvelles des métaux légers et ultra-légers, sur rapport de M. Léon Guillet au nom du Comité des Arts chimiques;

à M. André DUMAS, pour ses travaux de métallurgie et ses nouveaux procédés de fabrication par filage à froid et à chaud des métaux, sur rapport de M. Léon Guillet au nom du Comité des Arts chimiques;

à M. Yves LETORT, pour ses travaux relatifs aux liants hydrauliques et aux produits réfractaires, sur rapport de M. Léon Guillet au nom du Comité des Arts chimiques;

à MM. René BLUMA et Marc CRAULAND, sur rapport de M. Coste au nom du Comité de Commerce.

Des *médailles d'argent* sont attribuées :

à M. Michel BRETON, contremaître, chef du Service des laminoirs aux Aciéries d'Imphy, sur rapport de M. Chevenard au nom du Comité des Arts économiques;

à M. Jean PORROU, chef contremaître du Service de l'ajustage aux Aciéries d'Imphy, sur rapport de M. Chevenard au nom du Comité des Arts économiques;

à M. Charles TALVERT, contremaître du Service de l'entretien aux Aciéries d'Imphy, sur rapport de M. Chevenard au nom du Comité des Arts économiques;

à M. Etienne RICHARD, contremaître chef de la Fonderie de Mazières, sur rapport de M. Chevenard au nom du Comité des Arts économiques.

Une *médaille de bronze* est attribuée à

M. Louis TAGAND, ajusteur à la Fonderie de Mazières, sur rapport de M. Chevenard au nom du Comité des Arts économiques.

Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la Médaille de bronze en 1941.

MANUFACTURES DES GLACES ET PRODUITS CHIMIQUES
DE SAINT-GOBAIN, CHAUNY ET CIREY, 1, place des
Saussaies, Paris (8^e) :

Usine du Boucau (Basses-Pyrénées) :

M. ESTAUN, soudeur autogène au plomb.

Usine de Bordeaux (Gironde) :

J. AUDET, manœuvre de fabrication;

J. DUCLOS, contremaître de broyage;

L. REY, chef surveillant du sulfurique.

Usine de Chauny (Aisne) :

A. SARRAZIN, surveillant d'entretien.

Usine de Nantes-Chantenay (Loire-Inférieure) :

J. MARCEAU, manœuvre aux fours;

N. GUÉRIN, malaxeur aux superphosphates.

Usine de Saint-Pierre-des-Corps (Indre-et-Loire) :

L. LAVENAC, plombier.

Usine de Varangeville (Meurthe-et-Moselle) :

P. BUSSING, contremaître;

J. MATHIEU, surveillant de fabrication.

- Usine de asquehal :
 L. SAMAIN, chauffeur d'auto;
 H. FAVIER, grutier.
- SOCIÉTÉ NATIONALE DES CHEMINS DE FER FRANÇAIS,
 Région du Sud-Est. Service du Matériel et de la
 Traction, 20, Boulevard Diderot, Paris (12°) :
- Dépôt des Machines d'Avignon :
 M. BOCHATON, chef divisionnaire d'atelier;
 F. DELAIGUE, ajusteur;
 E. ONDE, ajusteur.
- Ateliers de Voitures de Villeneuve-Saint-Georges
 (S.-et-O.) :
 M. TERRASSON, contremaître de 1^{re} classe.
- ÉTABLISSEMENTS KUHLMANN, 11, rue de la Baume,
 Paris (8°) :
- Usine de La Madeleine-les-Lille (Nord) :
 V. CRAYE, contremaître;
 T. VAN ROY, contremaître;
 H. LEMAY, surveillant-contremaître;
 C. DUMONT, surveillant.
- Usine de Nantes-Chantenay (Loire-Inférieure) :
 Mlle M.-L. JOUAN, surveillante;
 A. GAUDET, ajusteur.
 C. LEPAROUX, ouvrier soudeur.
- Usine de Wattrelos (Nord) :
 A. BARGERON, contremaître.
- Usine de Loos-les-Lille (Nord) :
 H. VILLEZ, ouvrier;
 G. FOURNIER, secrétaire;
 I. VANDECRUX, chef d'équipe;
 C. BEAUJEU, débardeur.
- Usine d'Aubervilliers :
 J. STEVANCE, maçon-fumiste.
- SOCIÉTÉ DES USINES CHIMIQUES RHÔNE-POULENC, 21, rue
 Jean-Goujon, Paris (8°) :
 Mme L. MICHARD, contremaîtresse;
 Mme A. MAITREME, chef d'équipe.
- MM. CHARLES LORILLEUX ET CIE, 6, rue Suger,
 Paris (6°) :
 A. ANTONY, ouvrier;
 P. LAJOIE, chef de service;
 L. BEILLOT, contremaître.
- L'AIR LIQUIDE, 73, Quai d'Orsay, Paris (7°).
 Usine de Champigny :
 A. LE MOUNIER, régleur de tour.
- Usine de Lorient (Morbihan) :
 B. GUÉGUEN, chef de fabrication.
- Usine de Nantes (Loire-Inférieure) :
 G. PETIT, chef de fabrication.
- Usine d'Oran :
 S. BACA, chef de fabrication.
- SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE LA GRANDE-PAROISSE, 8, rue
 Cognacq-Jay, Paris (7°) :
 Usine de Grand-Quevilly (Seine-Inférieure) :
 D. FOUBERT, contremaître-électricien.
- SOCIÉTÉ DU TRAITEMENT DES QUINQUINAS, 18, rue
 Malher, Paris (4°).
 Mme A. GILCLON, ouvrière.
- SOCIÉTÉ ANONYME DES MATIÈRES COLORANTES ET
 PRODUITS CHIMIQUES DE SAINT-DENIS, 69, rue de
 Miromesnil, Paris (8°) :
 P. SICCA, agent de maîtrise;
 L. VALTON, chef d'équipe;
 J. BOURDONNAY, contremaître.
- ÉTABLISSEMENTS NESSI FRÈRES ET CIE, Chauffage cen-
 tral, 43, rue de la Vanne, Montrouge (Seine) :
 P. LAFFARGUE, chef d'entretien.
- MUSÉE Océanographique de Monaco :
 H. TESTA, garçon de salle.
- SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE NATIONALE,
 44, rue de Rennes, Paris (6°).
 R. GRELET, caissier comptable.

INAUGURATION DES CONFÉRENCES DE L'AUTOMNE 1942

(Samedi 17 octobre 1942)

Allocution de M. H. M. Magne, président.

Mesdames, Messieurs, Chers Collègues.

Il y aura bientôt un an, notre Collègue M. GUILLET inaugurait les Conférences organisées à l'occasion de notre Exposition de la Qualité Française, en vous parlant des Produits métallurgiques de remplacement.

En le remerciant aujourd'hui d'ouvrir ce nouveau cycle, je tiens à en rappeler l'origine.

Le succès remporté par l'Exposition de la Qualité Française avait rendu confiance, en montrant la place que la Qualité Française devait avoir dans la Reconstruction de l'Europe.

Ce succès suscita le projet d'organiser, à l'automne 1942, au Conservatoire National des Arts et Métiers, une manifestation officielle consacrée au Génie Technique, afin de rappeler aux Français et aux Allemands qu'ils ont été les meilleurs ouvriers de la Civilisation Européenne et que de leur entente dépendraient son maintien et son progrès.

Notre Conseil avait décidé de contribuer à cette synthèse par des Conférences qui auraient lieu à la même époque.

La manifestation officielle se fait attendre; la Conférence de notre collègue M. Guillet⁽¹⁾ atteste l'exactitude de la Société d'Encouragement.

C'est notre habitude. Vous vous souvenez qu'en mai 1940, en maintenant avec la même exactitude notre Quinzaine Coloniale, nous avions ranimé le courage du Deuxième Salon de la France d'Outre-Mer, qui avait été défaillant à la date primitivement fixée de novembre 1939, et dont la réalisation fut triomphale.

Depuis lors, les terribles épreuves imposées à notre Empire n'ont que trop donné raison à la ténacité dont la Société d'Encouragement avait fait preuve.

C'est qu'aujourd'hui, comme en 1940, notre Société a un honneur à maintenir : celui de son action séculaire, qui est celui même de son nom.

Pour encourager, il faut avoir confiance, et montrer du courage.

Dans le passé, cette confiance, ce courage animèrent l'esprit révolutionnaire de nos fondateurs, qui, par des entreprises audacieuses, dépassant le cadre de la France, faisaient rayonner son génie sur l'Europe.

Notre règle était alors une discipline qui ne contestait pas l'autorité du Chef : Bonaparte n'eût d'ailleurs toléré aucune défaillance ni même aucune tiédeur qui eût ressemblé à une trahison.

C'est à cette discipline traditionnelle, sans quoi tout est désordre, que notre Société a dû de maintenir et de développer son action constructive, par-dessus beaucoup de ruines, et sous des formes diverses de gouvernement.

Pour servir avec continuité la France, elle s'est inspirée des mêmes principes qui ont toujours guidé l'Eglise, à savoir un loyalisme franc et total envers le pouvoir existant. Dernièrement, le cardinal Suhard mandait que « l'un des moyens de relèvement de la France est l'union des Français autour du Pouvoir établi ».

Aujourd'hui, comme au temps de notre fondation, nous avons un Chef : un Chef qui, du premier jour, a fait sien notre programme, en proclamant : « C'est dans la restauration de son agriculture et de ses industries de qualité que la France trouvera son avenir. »

Son autorité ne peut supporter aucune discussion : quand la France est en danger mortel, un Français ne discute pas, il obéit.

Les ordres du Chef sont formels, à l'intérieur comme à l'extérieur.

A l'intérieur : « Mener la Révolution jusqu'à son faite, en brisant les forces hostiles coalisées contre elle, et en ralliant les hésitants. »

Cette Révolution, qui a pour devise : *Famille-Travail-Patrie*, M. le préfet Revillod, qui représentait M. le préfet de la Seine, à notre dernière Distribution solennelle des Récompenses, me disait que rien n'était plus conforme à son esprit communautaire que l'union qu'il voyait réalisée ici, par la présence des ouvriers les plus dignes à côté de savants illustres et de chefs d'industrie réputés.

(1) La part prise par la France dans le développement des métallurgies, conférence inaugurale par M. L. GUILLET, membre du Conseil.

Or, ce n'était pas ici une innovation, mais une tradition d'un siècle et demi.

Vous rappellerai-je encore l'esprit qui anima notre Conférence de 1939, dans laquelle le Président des « Jeunes Patrons » donna la définition suivante du chef d'industrie : « C'est l'organisateur du travail humain, en vue du bien-être de la Société tout entière » ?

Pour l'extérieur, le Chef nous a déclaré, le 30 octobre 1940 : « C'est dans l'honneur, et pour maintenir l'unité française, une unité de 10 siècles, dans le cadre d'une activité constructive du nouvel ordre européen, que j'entre aujourd'hui dans la voie de la collaboration. Cette collaboration doit être sincère. Elle doit être exclusive de toute pensée d'agression : elle doit comporter un effort patient et confiant. »

Cet ordre ne faisait que confirmer la conduite de nos fondateurs : il suffit, pour s'en assurer, d'ouvrir les *Bulletins* de notre Société de 1801 à 1815, et d'y relire nos rapports avec les Fondateurs d'acier de la Sarre et de la Ruhr.

La Technique étrangère considérait alors le patronage de notre Société, pourtant si jeune, comme une consécration du génie scientifique et industriel.

Ce sentiment n'a pas changé.

Le 7 août 1941, la Friedrich Lohmann Gusstahl Fabrik, à Herbede, nous rappelait qu'en 1812, son fondateur, établi à Witen, avait présenté à notre Société ses procédés de fonte de l'acier, qui firent l'objet d'un avis envoyé au Secrétaire d'Etat comte Røderer : pour l'histoire de sa maison elle nous demandait si, au cours des années antérieures à 1815, d'autres inventeurs avaient sollicité de notre Société la prise en considération d'autres procédés nouveaux de fonte de l'acier.

Avant-hier, la Société Siemens-France demandait à la Société d'Encouragement d'accueillir le docteur-ingénieur von Borries, l'un des inventeurs du super-microscope, pour une conférence sur les développements de la technique du microscope électronique et ses applications les plus récentes.

Si la considération dont jouit notre Société reste aujourd'hui intacte, c'est grâce à l'exemple de discipline, de courage, de confiance, par lequel les inventeurs qui font la gloire actuelle de notre Société ont répondu aux ordres du Maréchal.

Ce même exemple est donné par les volontaires qui partent en Allemagne, pour réparer par les outils la défaite de nos armes et montrer, en même temps que leur valeur technique, la valeur morale de leur solidarité avec nos prisonniers.

C'est un électricien de Lens, père de six enfants ; c'est, à Roanne, un prisonnier, libéré au titre de la relève, qui repart dans un contingent de spécialistes.

Pour honorer ces ouvriers, il nous faudra sans doute ouvrir un chapitre nouveau dans notre Palmarès annuel.

En vous donnant maintenant la parole, mon cher Collègue, pour exposer « La Part prise par la France dans le Développement des Métallurgies », je vous remercie de montrer, à votre tour, l'exemple de la confiance dans le Génie Technique de la France.

NÉCROLOGIE

Amédée Alby (1862-1942).

Président de la Société d'Encouragement (1933-1935).

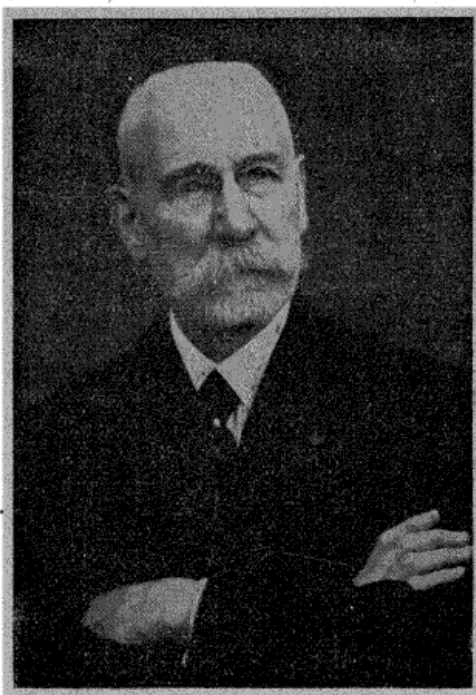
M. Amédée ALBY appliqua son activité à des domaines très variés de la technique et de l'industrie françaises et y laissa une forte empreinte.

On n'a pas oublié la belle carrière qu'il fit d'abord dans le corps des Ponts et Chaussées, et notamment la manière remarquable dont il résolut le franchissement de la Seine à Paris, par un pont d'une seule arche, suffisamment haut pour ne pas gêner la navigation et cependant assez tendu pour ne pas masquer la perspective des Invalides. Ce fut le Pont Alexandre III, de 108 mètres d'ouverture, de 1/17 de surbaississement, ouvrage d'une puissante élégance.

On sait aussi le rôle important qu'il joua ensuite dans l'industrie, à la tête de l'entreprise Giros-Loucheur qui devint la Société Générale d'Entreprises, comme administrateur de l'Energie électrique du Nord de la France, ou encore comme président de la Société Mécanique de Gennevilliers, puis comme administrateur de la Compagnie d'Applications Mécaniques. La mise au point de la fabrication en France des roulements à billes est en partie redevable de son succès à la persévérance de M. Alby.

Cette activité industrielle s'accompagnait d'un esprit d'initiative généreuse qui lui fit prendre une large part au développement des œuvres sociales connexes.

Mais, de tous les milieux où s'affirma cet esprit lucide, laborieux et volontaire, il n'en est point où cette perte doit être plus cruellement ressentie qu'à la Société d'Encouragement. Trésorier de 1908 à 1932, Président de la Société de 1933 à 1935, Président de la Commission des Fonds de 1934 à 1942, Censeur de 1936 jusqu'à sa mort, il était particulièrement attaché aux traditions de notre maison, et, précisément parce



AMÉDÉE ALBY

qu'il voulait en perpétuer l'esprit, soucieux de donner à son activité les formes nouvelles qu'appellent les temps nouveaux.

« Le passé et l'avenir de la Société d'Encouragement » auxquels il avait consacré, il y a quelques années, un article du Bulletin, restèrent l'objet d'une de ses préoccupations les plus chères, et l'on peut dire que, dans l'influence qu'il avait exercée lors de sa présidence pour élargir la part de l'économique et du social dans les travaux de notre Société, il anticipait sur les idées actuelles.

On eût pu souhaiter qu'il lui fût donné de passer ses dernières années dans la quiétude, entouré de sa belle et nombreuse famille. Si la grande épreuve nationale ne l'épargna pas, le spectacle des malheurs publics et privés développa du moins en lui une clairvoyance courageuse et le sens des intérêts permanents du pays.

En consacrant ses derniers mois à la solution des questions générales dont dépend le salut de la France, il nous a donné un exemple.

En apportant jusqu'à ses derniers jours au Président de la Société d'Encouragement l'appui de son intelligence et de son cœur, il a marqué sa place dans mon affection.

H. M. MAGNE.

Jules Alquier.

La Société d'Encouragement vient de perdre en M. ALQUIER un membre éminent.

A la suite de ses Maîtres Muntz et Duclaux, M. Alquier s'était tourné vers la chimie biologique et était devenu une des principales autorités de la Chimie alimentaire française.

Ses recherches au laboratoire de la Compagnie des Voitures à Paris sur la physiologie de l'alimentation et de la production du travail musculaire chez le cheval le conduisirent à des résultats qui firent école.

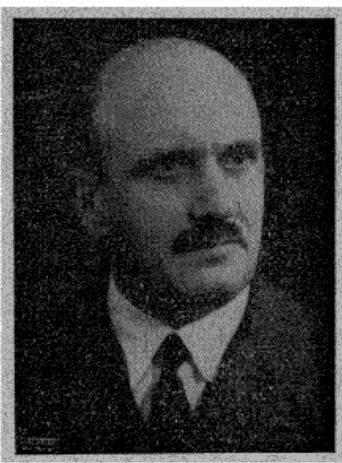
Fondateur de l'Institut Scientifique d'Hygiène Alimentaire, directeur de la Société Scientifique d'Hygiène Alimentaire, dont il fit un foyer d'études des sciences appliquées à l'alimentation de l'homme et des animaux, en même temps qu'un centre d'éducation populaire, directeur, à l'Institut des Recherches Agronomiques, de la Station centrale des Recherches sur l'alimentation, il était appelé en 1931 à la tête de l'Institut National Agronomique.

Profondément dévoué à cette œuvre, il y maintint avec fermeté le niveau de l'enseignement au double point de vue des connaissances scientifiques générales et de la formation technique.

Sa vie est un bel exemple de foi et de travail.

Charles Bihoreau.

Membre de notre Conseil depuis 1935, Charles BIHOREAU était né à Laval en 1893. Reçu en 1913 à l'Ecole Polytechnique, il fit la Grande Guerre comme officier d'artillerie et fut blessé en Italie. Il fut l'un des premiers élèves de l'Institut du Pétrole créé en Alsace en 1920 et commença sa carrière d'ingénieur pétrolier en Roumanie, où il se distingua surtout dans l'industrie du raffinage en y montant la première installation en Europe du cracking Dubbs.



CHARLES BIHOREAU

C'est en 1926 qu'il rentra en France pour servir comme simple ingénieur à l'Office National des Combustibles Liquides, à l'œuvre duquel il se dévoua désormais sans compter. Il en devenait en 1932 le sous-directeur et y succédait en 1934 à l'Inspecteur général Dumanois à la direction des Services Techniques. A ce titre, le nom de Charles Bihoreau, figurera au premier rang de l'histoire de l'industrie française du pétrole.

Charles Bihoreau fut d'abord le principal rédacteur de la loi du 16 mars 1928 qui modifia de fond en comble le régime douanier des hydrocarbures et qui provoqua l'éclosion en France, en trois années, d'une industrie moderne, la plus puissante de l'Europe, capable de distiller, craquer et raffiner annuellement plus de 7 millions de tonnes de pétrole brut. La création de l'Ecole Nationale du Pétrole de Strasbourg, où professa pendant 15 ans Charles Bihoreau, celle de l'Ecole Nationale des Moteurs, en pourvurent les cadres, par centaines, de jeunes ingénieurs.

Charles Bihoreau fut aussi l'un des initiateurs de l'œuvre de l'Office National des Combustibles Liquides en matière de carburants de synthèse. C'est dès 1934, en effet, que l'Office National consacra l'intégralité de ses réserves à la construction des usines de Béthune (procédé Vallette) et de Liévin (procédé Audibert) et prodigua ses encouragements à l'usine de Harnes (Etablissements Kuhlmann). Il n'a pas tenu aux initiateurs de cette œuvre que la France ne soit pas dotée, depuis 4 ans, d'un outillage de synthèse beaucoup plus puissant, lequel est enfin plus qu'en projet.

Tels sont les deux titres les plus marquants de Charles Bihoreau à la reconnaissance du pays. Ils ont fait de lui l'un des principaux artisans de cette politique du pétrole grâce à laquelle la France se trouvait prête en 1939 à faire face à l'épreuve de la guerre pour son ravitaillement en carburants de tous ordres.

Charles Bihoreau fut encore au Centre de l'activité silencieuse de l'Office National des Combustibles Liquides pour la prospection du pétrole dans l'Empire, en Tunisie, au Gabon et au Cameroun, à Madagascar et en Syrie, à la Martinique et en Nouvelle-Calédonie. Il contribua à la découverte

du pétrole dans les Pyrénées en 1939 (puits Louis Pineau) et consacra ses dernières forces à la mise en valeur de ce gisement.

Charles Bihoreau, enfin et surtout, fut, avec l'Inspecteur général Dumanois, le guide et l'animateur de cette équipe de jeunes ingénieurs, géologues, mécaniciens et chimistes, qui porta à elle seule, pendant de longues années et avec des moyens qui ne lui furent que trop marchandés, tout l'effort technique de notre organisation des carburants. Il fut le premier président de l'Association Française des Techniciens du Pétrole, dont il avait été le principal fondateur, et qui compte aujourd'hui près de 900 membres.

Si modeste et discret qu'il fût, la renommée de Charles Bihoreau avait passé nos frontières et un hommage général lui fut rendu par le magnifique Congrès International de 1937, dont il présida le Comité d'Organisation et qui rassembla à Paris plus de 1 600 membres de tous les pays du monde. Il était l'un des trois représentants élus de la France au Conseil Permanent des Congrès Internationaux du Pétrole. C'était lui-même un technicien éprouvé, dont les publications sur le pétrole sont dans les mains de tous ceux qui s'intéressent à cette question. Pas un seul des problèmes techniques qui se sont posés à notre jeune industrie du pétrole et des carburants de remplacement depuis sa naissance ne lui a été étranger. Aussi la disparition prématurée de Charles Bihoreau du poste où il a servi son pays jusqu'à l'ultime limite de ses forces laisse-t-elle un vide irréparable.

Louis PINEAU.

Jules Loebnitz.

M. J. LOEBNITZ appartenait à une lignée de céramistes dont les productions, poêles en faïence stannifère, éléments architecturaux en terre cuite, comptèrent parmi les réalisations marquantes de leurs époques.

Connaissant à fond son métier, fidèle à ses plus belles traditions, M. Loebnitz s'attachait à maintenir la qualité et le renom de la céramique française. Aussi se passionnait-il pour les questions d'orientation professionnelle et d'apprentissage. Sa préoccupation constante fut la formation d'ouvriers céramistes possédant une maîtrise technique complète. Elle inspira son action comme secrétaire général, vice-président, président du Syndicat des fabricants de produits céramiques de France.

Il apporta cette même préoccupation à la Société d'Encouragement dont il fut un membre dévoué autant qu'estimé. La part importante qu'il prenait aux travaux du Comité des Arts Chimiques, le respect et l'affection qui l'entouraient ont rendu sa perte particulièrement sensible.

BIBLIOGRAPHIE

Principes et Applications du Travail à la chaîne, par Christo CASACOF, Ingénieur, ancien chargé de conférences de l'Organisation scientifique du Travail à l'École des Hautes Études sociales. Un vol. 13 x 18 cm. de 88 p., 12 fig. Imprimerie R. Foulon, 29, rue Deparcieux, Paris (XIV^e), 1942.

L'auteur définit clairement le travail à la chaîne.

Il attire l'attention sur ses aspects principaux, sur les principales règles générales qu'il convient de suivre, et aussi sur quelques erreurs qu'il faut éviter.

L'ouvrage peut être consulté utilement par toutes les personnes qui désirent s'informer des avantages et des possibilités de ce mode de travail.

M. J. ANDROUIN.

Recherches actuelles de la S. N. C. F. en matière de locomotives de types nouveaux ainsi que de modifications ou perfectionnements d'engins de types classiques, par MM. CHAN et TOURNEUR. Une br. 21 x 30 cm. de 8 p., 6 fig. Extrait de la *Revue Générale des Chemins de Fer*, n° de mars-avril 1942. Dunod, édit., 92, rue Bonaparte, Paris (VI^e).

M. Chan et Tourneur ont rédigé pour la *Revue Générale des Chemins de Fer*, à la demande de M. Léauté, professeur du Cours de Machines à l'École Polytechnique (n° de mars-avril de la revue) un très intéressant résumé des recherches actuelles de la S. N. C. F. en matière de locomotives de types nouveaux ainsi que des modifications ou des perfectionnements d'engins de types classiques.

Les auteurs exposent que les types nouveaux se divisent en deux catégories : machines n'utilisant pas la vapeur; machines utilisant la vapeur.

Machines n'utilisant pas la vapeur. — Deux prototypes de locomotives Diesel ont été réalisés en France en 1937 sous la forme de machines de 4 000 CH en deux unités de 2 000 CH chacune, sur châssis 2-3-2, pour la remorque des trains rapides.

Ce type de machine est spécifiquement une machine du désert et on envisage son emploi pour le Méditerranée-Niger.

D'autre part des machines de manœuvre de 600 CH sont entrées dans la pratique courante.

Enfin les recherches sont actuellement dirigées vers une machine de puissance moyenne où l'on cherche à s'affranchir des sujétions de la transmission électrique par l'emploi de la transmission mécanique.

Dans la locomotive à turbine à gaz, le combustible est brûlé dans une chambre de combustion. Les gaz produits sont envoyés dans la turbine qu'il font tourner.

Toutefois, il faut ramener la température du gaz de 1600° (température de combustion) aux environs de 600°, ce qui se fait à l'aide d'une soufflerie à la pression de 4 ou 5 Hpz.

L'écueil est la puissance nécessaire à la soufflerie. Dans le prototype des C. F. F. suisses (Brown-Boveri), machine 1-4-1 de 2 200 CH, la turbine développe 10 000 CH, mais 7 800 sont absorbés par la soufflerie, de sorte qu'il ne reste que 2 200 CH disponibles pour la traction.

La S. N. C. F. étudie une machine analogue qui pourrait être aussi employée sur le Méditerranée-Niger.

Le rendement à la jante : travail recueilli à la jante
trav. conten. d. combustible
est de 28 p. 100 pour la locomotive Diesel et de 16 p. 100 pour la machine à turbine à gaz.

Machines utilisant la vapeur. — La machine à chaudière *Velox*, mise en service en 1938 sur la S. N. C. F., est une machine 2-3-0 à mécanisme ordinaire où seule la chaudière timbrée à 20 Hpz est d'un modèle spécial.

Dans la chaudière *Velox* (construction Brown-Boveri) les gaz chauds s'échappant du foyer cèdent leurs calories à des parois vaporisatrices, avec un rendement qui, grâce à la vitesse élevée des gaz, atteint 90 p. 100 au lieu de 70 p. 100 dans la chaudière classique.

La chaudière *Velox* utilise d'autre part 600 litres d'eau au lieu de 8 000 pour la chaudière ordinaire, ce qui permet une mise en pression très rapide. On a obtenu dans les premiers essais, actuellement interrompus par défaut de mazout, une économie de 37 p. 100 sur les calories par rapport à la machine classique à charbon.

On peut envisager dans l'emploi de la chaudière *Velox* une solution du problème de la machine à haute pression (60 Hpz par exemple).

La S. N. C. F. a actuellement en essai un prototype de locomotives à turbines à vapeur, sorti en 1939 des Usines du Creusot, sous la forme d'une machine 2-3-2 de 3 000 CH à la jante.

À la différence des machines à turbines à vapeur précédemment expérimentées, c'est une machine à échappement libre dans laquelle on a recherché des avantages d'ordre mécanique aux grandes vitesses en supprimant les bielles d'accouplement et même les bielles motrices, en réalisant une machine comportant une turbine individuelle pour chaque essieu-moteur. Cette turbine est reliée à son essieu comme un moteur électrique à l'essieu d'une machine électrique G. V.

Le rendement à la jante obtenu (9 p. 100) est analogue à celui d'une bonne machine à vapeur Compound du type classique.

L. S. N. C. F. termine la construction d'une machine 2-3-2 de 3 000 CH pour trains rapides à petits moteurs alternatifs; chaque essieu est attaqué par engrenages par 2 petits moteurs de 500 CH à 3 cylindres chacun tournant à 1 000 tours.

Ce type de moteur est combiné avec l'emploi d'une chaudière à tubes d'eau timbrée à 60 Hpz.

Enfin les progrès récents de la locomotive à vapeur du type classique sont les suivants :

Réchauffage de l'eau d'alimentation par la vapeur d'échappement; haute surchauffe (la vapeur saturée étant à 200° environ, on la surchauffe à 400°, limite imposée par la tenue des huiles de graissage).

Suppression des laminages et des pertes de charge grâce à l'emploi de larges conduits de vapeur et de distributeurs à grande section (soupapes).

Emploi d'échappements perfectionnés permettant de gagner une puissance de 300 CH en réduisant

pour une dépression donnée dans la boîte à fumée la contre-pression aux cylindres.

Ces différents perfectionnements ont été expérimentés et appliqués successivement ou conjointement à des machines anciennes dont la robustesse a été utilisée à l'extrême limite.

On est arrivé à porter la puissance aux cylindres de 3 300 CH à 3 650 CH en réduisant la consommation de charbon par cheval-heure au crochet de 2,4 kg à 1,1 kg.

Il est intéressant de noter que l'augmentation de puissance est due pour les $\frac{3}{4}$ environ à l'accroissement de la section des circuits de vapeur et des distributeurs.

Avant la transformation, les machines remorquaient entre Paris et Bordeaux 350 tonnes à la vitesse commerciale de 85 kilomètres à l'heure; la charge a pu être portée à 620 tonnes en élevant la vitesse commerciale à 110 kilomètres-heure.

Partant de ces résultats la S. N. C. F. étudie actuellement l'incorporation de tous ces perfectionnements dans des machines neuves où tous les

organes soient bien adaptés à la puissance demandée (plus rigides boîtes à rouleaux, chargeur mécanique, large surface de grille). On arrive ainsi à des machines plus longues et un peu plus lourdes des types 232-242-142-241.

La machine 232 S. de la Région du Nord est une de ces réalisations.

C'est une machine d'un poids total de 127 tonnes avec 60 tonnes de poids adhérent. Elle a remorqué des trains de 750 tonnes en rampe de 0,005 en développant 3 300 CH au crochet et 4 400 CH aux cylindres.

La S. N. C. F. étudie également une locomotive aérodynamique pour la remorque des trains rapides légers à 200 kilomètres à l'heure (trains de 300 t) c'est une machine 2-3-0.

La S. N. C. F. étudie aussi une machine Tender de 1 500 CH pour lignes secondaires suffisamment souple pour la circulation sur les lignes sinueuses.

Enfin la resurchauffe de la vapeur entre les deux étages de détente va être étudiée sur une machine à marchandises 1-6-0 qui va incessamment entrer en essais.

ED. EPINAY.

INFORMATIONS

Prix Charles Bihoreau.

COMMUNICATION DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE DES TECHNICIENS DU PÉTROLE.

L'Association Française des Techniciens du Pétrole vient de créer sous le nom de « Prix Charles Bihoreau » un prix dont le but est de perpétuer le souvenir de son fondateur et premier Président.

Ce prix, d'une valeur de 10 000 francs, sera décerné chaque année par un Comité de Patronage, pour récompenser le travail personnel d'un jeune technicien sur une question intéressant l'industrie du pétrole ou ses produits de remplacement.

Le Comité de Patronage en a confié la présidence à M. Louis Pineau, dont Charles Bihoreau fut le principal collaborateur à la tête de l'Office National des Combustibles liquides.

Le Comité comprend des savants dont les travaux sont bien connus de l'industrie du pétrole : M. Gabriel Bertrand, président de l'Académie des Sciences, M. Jacob, directeur du Centre National de la Recherche Scientifique; les hauts fonctionnaires de la Direction des Carburants; l'Inspecteur général Dumanois; les Directeurs des Comités d'Organisation et les Présidents de toutes les Chambres Syndicales intéressées; enfin les dirigeants de l'Association Française des Techniciens du Pétrole.

Le règlement du prix Charles Bihoreau peut être dès maintenant obtenu en en faisant la demande à l'A. F. T. P. (Prix Charles Bihoreau), 44, rue de Rennes, Paris (vi^e).

LA PART PRISE PAR LA FRANCE DANS LE DÉVELOPPEMENT DES MÉTALLURGIES ⁽¹⁾

par M. L. GUILLET, *membre du Conseil.*

Il nous a paru que le moment était choisi pour faire ressortir le rôle important que la France a joué dans l'évolution de cette industrie clef qu'est la métallurgie, de montrer combien elle a participé à ses progrès et cela dans toutes ses branches.

J'éprouve une joie toute particulière à traiter ce sujet dans cette salle de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, dont de si nombreux membres éminents portent de grands noms métallurgiques, et dont le *Bulletin* a publié des mémoires connus de tous les spécialistes, notamment ce remarquable volume : *Contribution à l'Étude des Alliages*.

Sans vouloir remonter aux temps lointains, il est peut-être bon de faire remarquer qu'à l'époque des fours comtois et des fours catalans le rôle de la France a été capital.

Il est intéressant de noter tout particulièrement le rôle des Chartreux dans le développement de la métallurgie du fer en France. Notre excellent camarade et ami Auguste Bouchayer l'a nettement établi dans un très beau livre, renfermant des documents extrêmement précis et préfacé par M. Jacques Chevalier. C'est dans ce volume que nous puisons les quelques faits que nous tenons à signaler ici. La région du Dauphiné avec ses minerais, ses forêts, ses rivières, était particulièrement indiquée pour l'industrie du fer. C'est en 1084 que l'on doit placer les débuts de la métallurgie cartusienne. Lorsque Bruno vint fonder le couvent dans le massif qui portait déjà le nom de Chartreuse, il existait deux usines à feu qui traitaient le minerai lequel se réduisait à basse température et s'appelait mine douce; on utilisait, bien entendu, la méthode en un temps, c'est-à-dire le procédé direct qui donnait un massot de fer, et employait comme combustible du charbon de bois préparé sur place, dans la forêt voisine. Quant au massot, obtenu au bas foyer par le *faber*, ouvrier spécialisé, il est porté sur le *martinet*, puissant marteau, mû par les eaux du torrent. Bientôt les Chartreux essayèrent dans leur région et même bien au-delà. Un second centre sidérurgique viennois est créé à Durbon durant le XII^e siècle et l'Isère servira à transporter les produits obtenus, navires et galères se rendant jusqu'en Orient; puis fut fondée la Chartreuse de Bouvante. Les moines commençaient à se fournir aux fameuses mines d'Allevard, dont le commerce était libre. D'ailleurs se fonde, dans les environs mêmes, la Chartreuse de Saint-Hugon, où se trouvaient réunies toutes les conditions économiques : minerai excellent, forêts très étendues, torrents abondants.

A la même époque se créent bien d'autres maisons cartusiennes en Côte-d'Or, dans les Alpes du Piémont, même en Angleterre. Et cette extension coïncide avec le début de la deuxième période de la métallurgie du fer caractérisée par la découverte de la fonte. Mais, entre temps, se perfectionna dans la région même, la production de l'acier au bas foyer, grâce, sans doute, à l'intervention de scories qui permettaient de régler la décarburation.

D'autre part, si la fabrication de la fonte est née, semble-t-il dans le pays de Siegen, le premier haut fourneau, fonctionnant entièrement au coke, s'éleva au Creusot en 1782.

Mais examinons les découvertes des métaux au début du siècle dernier.

LES DÉCOUVERTES DES MÉTAUX.

L'Aluminium. — C'est le chimiste allemand Wöhler qui, le premier, isola ce métal, sous la forme d'une poudre grise, tout à fait inutilisable; le métal, obtenu par action du potassium sur le chlorure d'aluminium, était extrêmement impur. Il ne fut plus question de l'aluminium jusqu'en 1854. C'est alors qu'Henri Sainte-Claire Deville, dans son laboratoire de

(1) Conférence faite par l'auteur le 17 octobre 1942.

l'École Normale Supérieure, prépara, pour la première fois, l'aluminium sous une forme commerciale : pour cela, Henri Sainte-Claire Deville fit agir le sodium sur le chlorure double d'aluminium et de sodium. Il rendit industrielle la préparation du sodium, dont nous dirons plus loin quelques mots. Il lui était facile de préparer le chlorure double à un haut degré de pureté et enfin, l'opération était relativement peu coûteuse : on sait quelles furent les conséquences de la première préparation industrielle de l'aluminium. Tout d'abord, des recherches de laboratoires, avec une étude des propriétés du métal présentée en 1834 à l'Académie des Sciences, puis des travaux entrepris sur l'ordre et aux frais de l'Empereur, dans une usine de Javel. On y produisit alors industriellement le sodium; le procédé fut rendu bientôt continu et industriel et mis au point dans l'usine de la Glacière.

Louis Le Chatelier, père du grand savant qui honora tout spécialement notre Société, est alors mêlé à la question : les communications à l'Académie des Sciences se succèdent rapidement; Henri Sainte-Claire Deville insiste tout particulièrement sur la conductibilité électrique du métal et sur la possibilité de préparer l'aluminium par électrolyse. Enfin, le procédé chimique prend une allure tout à fait industrielle et est monté aux usines de Salindres, fondées par Merle; ces usines mirent au point la préparation de l'alumine pure servant à préparer le chlorure d'aluminium par l'action du carbone et du chlore.

D'autre part, il faut bien insister sur le point suivant : dès 1853, Henri Sainte-Claire Deville obtint l'aluminium par électrolyse du chlorure et, bien mieux, il indique que l'on peut utiliser comme électrolyte, en lieu et place de chlorure, l'alumine dissoute dans un bain, composé de chlorure et de fluorure; ce bain peut même être formé de cryolithe. On peut dire que, jusque vers 1890, le procédé de Sainte-Claire Deville, avec peut-être quelques perfectionnements de détails, fut le seul à produire de l'aluminium. Mais voici un des faits les plus curieux de l'histoire des métallurgies :

Presque simultanément, alors qu'ils n'avaient aucun point de contact, Héroult en France et Hall aux États-Unis, prirent des brevets sur la préparation par électrolyse de l'aluminium.

Le 23 avril 1886, Héroult s'exprime ainsi : « Le procédé consiste à décomposer de l'alumine en dissolution dans un bain de cryolithe en fusion par un courant électrique aboutissant au bain d'une part, au moyen d'une électrode en contact avec le creuset en charbon aggloméré qui contient la cryolithe, et d'autre part, au moyen d'une autre électrode en charbon aggloméré comme la première, plongeant dans le bain. Cette combinaison produit la décomposition de l'alumine en employant un courant de faible tension : l'oxygène se rend à l'anode et brûle avec elle; l'aluminium se dépose sur les parois du creuset qui constitue la cathode et se précipite en culot dans le fond du creuset. »

Ainsi naquit le procédé de fabrication de l'aluminium qui est quasiment le seul utilisé dans le monde entier. Il faut toutefois ajouter que c'est là, d'ailleurs, une métallurgie essentiellement française, de par les découvertes que nous venons de rappeler et aussi par l'importance des gisements de minerai dont le premier échantillon fut trouvé par Berthier, dans le magnifique pays des Baux, au commencement du siècle dernier et qui se trouve en quantité très importante dans l'Hérault, le Var et les Bouches-du-Rhône.

Telle est l'histoire de la découverte de l'aluminium dont l'importance va sans cesse en croissant.

Le Magnésium. — La découverte et la mise au point de la fabrication industrielle du magnésium doivent être particulièrement notées.

C'est le 23 janvier 1830 que ce métal fut présenté, pour la première fois, à l'Académie des Sciences, par Bussy, qui, ancien élève de l'École Polytechnique, était directeur de l'École de Pharmacie et devint Membre de l'Académie des Sciences. Bussy faisait agir le potassium sur le chlorure de magnésium. Il est curieux de remarquer que c'est dans une communication sur le glucinium, que nous signalons plus loin, que l'on apprit l'obtention du magnésium. Mais le magnésium ne devint intéressant qu'en 1857, lorsque Henri Sainte-Claire Deville et Caron donnèrent une première préparation industrielle en remplaçant le potassium par le sodium et en le faisant agir sur un mélange de chlorure de magnésium, de chlorure

de sodium et de fluorure de calcium, ce mélange ayant un point de fusion beaucoup plus bas que le chlorure de magnésium utilisé par Bussy.

De plus, dans la note présentée à l'Académie des Sciences en 1837, Sainte-Claire Deville et Caron décrivent la purification du magnésium, notamment par distillation du métal. Nous allons voir que cette méthode est maintenant utilisée de façon courante.

On peut dire qu'à peu près jusqu'à la guerre de 1914, on ne produisait le magnésium et ses alliages qu'en Allemagne. La fabrication en France n'a été réalisée et ne s'est développée qu'à cette époque.

De très nombreux travaux d'ordre théorique sur la réduction de la magnésie sont d'origine française. Nous citerons particulièrement ceux de Matignon proposant d'utiliser l'aluminium ou le carbure de calcium comme réducteur.

En réalité, c'est l'électrolyse du chlorure de magnésium qui est la méthode la plus employée bien que, cependant, on commence à réduire la magnésie à température élevée.

Ajoutons que la question de la purification du magnésium par distillation a pris une forme tout à fait industrielle avec les travaux d'un jeune savant français, hier professeur à la Faculté des Sciences de Lille, aujourd'hui à la Sorbonne : M. Chaudron.

Le Glucinium. — Voici encore un métal français, connu parfois sous le nom de béryllium (terre de beryl).

C'est Vauquelin qui étudia le premier la glucine et lui donna son nom, à cause de la valeur sucrée de ses sels; mais on ignore, pendant longtemps, le métal lui-même.

C'est encore Bussy qui le découvrit.

Wöhler, celui-là même qui avait isolé l'aluminium, obtint aussi le métal contenu dans la glucine. Ceci remonte, aussi bien pour les travaux de Bussy que pour ceux de Wöhler, à l'année 1828. Bussy traitait le chlorure de glucinium par le potassium. Le chlorure est obtenu, suivant une méthode générale, en faisant passer un courant de chlore sur un mélange de glucine et de charbon porté à température élevée.

Le glucinium resta longtemps, très longtemps même, comme une curiosité de laboratoire.

Debray, collaborateur de Sainte-Claire Deville, substitua tout naturellement le sodium au potassium dans le traitement du chlorure de glucinium. Il obtint du métal et put signaler déjà certaines propriétés particulièrement intéressantes : le plus léger des métaux ne décomposant pas l'eau à la température ordinaire, ayant une densité de 2,1, disait Debray.

En 1896, Lebeau, professeur à l'École de Pharmacie et maintenant Membre de l'Académie des Sciences, fit de nombreuses recherches sur le glucinium et la préparation de la glucine. Ses travaux ont eu bien des conséquences industrielles.

Enfin, Matignon et Mlle Marchal s'occupèrent spécialement de la réduction de la glucine et montrèrent notamment qu'il est possible, dans certaines conditions, de réduire la glucine par le magnésium.

En réalité, la méthode actuellement utilisée est l'électrolyse utilisant un mélange d'oxy-fluorure de glucinium et de fluorure de baryum. Elle est d'origine allemande. La France prépare du glucinium et surtout du cupro-glucinium.

Le glucinium est encore un métal très cher; mais il apporte, par de faibles additions, des modifications extraordinaires, inespérées, aux métaux lourds, cuivre, fer, nickel. Il suffit de 3 p. 100 de glucinium incorporé au cuivre pour faire passer, après un traitement thermique précis, la charge de rupture (charge maximum que peut supporter le métal par mm²) de 21 kg par mm² à 120 kg par mm². C'est là une des découvertes les plus stupéfiantes de la métallurgie moderne.

Les métaux alcalins et alcalino-terreux. — Gay-Lussac et Thénard ont, dès le début du siècle dernier, indiqué une préparation par la réduction des carbonates et des hydroxydes par le carbone.

Les métaux alcalino-terreux : baryum, strontium, furent isolés pour la première fois par le chimiste anglais Davy.

Vers le milieu du siècle, Henry Sainte-Claire Deville prépara en grand le sodium et on sait l'usage qu'il en fit pour préparer l'aluminium.

Signalons que le sodium, réducteur énergétique, fut, croyons-nous, employé pour la première fois, vers 1895, par un ingénieur français spécialiste des alliages de cuivre, Guillemain, comme réducteur dans les laitons à haute résistance.

À l'heure actuelle, le sodium et le calcium sont des métaux obtenus sur une assez grande échelle par électrolyse, notamment des chlorures et parfois des hydroxydes, et utilisés soit comme agent d'affinage, notamment dans des alliages d'aluminium, soit comme constituant, spécialement dans des alliages de plomb destinés au frottement.

Le nickel. — C'est en Scandinavie que naquit la métallurgie du nickel; des procédés d'attaque à l'acide donnaient du sulfure de nickel mélangé à du sulfure de cuivre. Ce produit était traité en Allemagne. Ceci se passait vers 1860. En Allemagne, on traitait déjà des minerais silicatés. Il ne s'agissait que d'une production extrêmement faible.

Il fallut la découverte de la garniérite en Nouvelle-Calédonie pour que le nickel devint un métal réellement industriel. D'autre part, en 1865, Warton produisit le premier nickel malléable par addition de magnésium; le procédé fut mis au point par Fleitmann en Westphalie. Cependant, en 1876, grâce aux minerais norvégiens, la production du nickel atteignait 360 tonnes.

Il y a, à l'heure actuelle, deux sources presque uniques de nickel : le Canada et la Nouvelle-Calédonie.

Le Canada produit une partie beaucoup plus importante que la métallurgie française. Ce sont des opérations extrêmement complexes qui permettent d'extraire le nickel soit des minerais sulfurés du Canada, soit des minerais calédoniens qui sont des silicates complexes.

La première méthode utilisée en Nouvelle-Calédonie, dont les minerais ne contiennent que 4 à 6 p. 100 de nickel, consistait dans une réduction par le carbone; on obtenait sur place un ferro-nickel que l'on affinait à Septème, près de Marseille, dans un four d'aciérie; mais, depuis, on a créé une méthode beaucoup plus complexe que nous ne pouvons décrire en détail ici, mais qui consiste à former ce que l'on appelle une matte, sulfure double de nickel et de fer; celle-ci permet assez aisément d'obtenir du sulfure de nickel pur que l'on transforme en oxyde; celui-ci est réduit ensuite.

Est-il besoin d'ajouter que cette métallurgie a pris un développement considérable, notamment pour la fabrication des aciers et pour certains alliages de cuivre, ainsi que pour le nickelage?

Les métaux extra-purs. — C'est vraiment une curiosité des plus extraordinaires de ces dernières années que la préparation industrielle des métaux extra-purs.

Tout d'abord, que faut-il entendre par métal extra-pur? On arrive couramment à préparer des métaux contenant 99 et même 99,5 p. 100 du métal considéré. À l'heure actuelle, la préoccupation est d'obtenir des métaux d'un degré de pureté bien plus élevé, dépassant même 99,99 p. 100 du métal envisagé. Un tel produit contient donc moins de 0,01 p. 100 d'impuretés et parfois moins de 0,001 p. 100 de corps étrangers.

Evidemment, la question n'est pas entièrement nouvelle. Depuis longtemps, on prépare ainsi du cuivre pur, et, depuis déjà un certain nombre d'années, du plomb pur.

Pourquoi l'industrie a-t-elle porté son attention sur ces produits extra-purs? Alors que, pour le plomb et le cuivre, il s'agissait d'enlever des impuretés un peu nuisibles, cela est vrai, mais aussi de séparer l'argent et l'or contenus dans ces métaux et provenant des minerais initiaux, cela, afin de récupérer des produits de valeur, il s'agit, pour les autres métaux dont nous allons parler, de séparer des impuretés nuisibles à certains usages.

Le zinc extra-pur, l'aluminium extra-pur, sont des produits relativement nouveaux qui ont une importance considérable, et la France occupe une place importante dans l'emploi de ces nouvelles méthodes. Elle a même créé de très belles usines, comme celle de Viviers dans l'Aveyron, pour le zinc. Si ces métaux extra-purs sont si intéressants, c'est qu'ils présentent, soit au point de vue conductibilité électrique, soit au point de vue résistance à diverses corrosions, des valeurs très élevées. Il en est de même du magnésium extra-pur, obtenu par distillation et disons immédiatement que la pureté de ces métaux, se retrouvant dans les alliages qu'ils peuvent donner, comme les alliages aluminium-magnésium, permet d'avoir des

produits métallurgiques de résistance à certaines corrosions particulièrement remarquables.

Enfin, en évitant certaines impuretés, on évite aussi certains phénomènes particuliers qui ont été bien étudiés en France; par exemple, la déformation, en fonction du temps, des pièces moulées en alliage à haute teneur en zinc.

Evidemment, ces métaux extra-purs ont presque toujours l'inconvénient d'un prix de revient élevé, mais leurs propriétés sont si intéressantes, à certains points de vue, que l'on ne saurait plus s'en passer.

LES DÉCOUVERTES DES GRANDES MÉTHODES MÉTALLURGIQUES.

La France a singulièrement coopéré à l'établissement des grandes méthodes métallurgiques; peut-être ne le savons-nous pas suffisamment. Nous avons déjà indiqué le rôle que notre pays a joué dans les découvertes et la mise au point de procédés industriels relatifs à la métallurgie de l'aluminium, du nickel, du magnésium et du glucinium, mais il faut insister d'une façon toute particulière sur les méthodes de la métallurgie du fer.

Incidemment, nous noterons la participation indirecte de la France à la découverte de certains procédés, mais nous montrerons surtout que notre pays a créé de toutes pièces certaines méthodes qui sont, à l'heure actuelle, répandues dans le monde entier.

Jusque vers 1855, on ne produisait de l'acier que par fusion au creuset, en très faibles masses, et du fer puddlé sous une forme relativement très impure et en quantité très limitée.

Un grand inventeur, qui toucha à de multiples problèmes, Bessemer, vint, au moment de la guerre de Crimée, proposer à l'empereur Napoléon III un obus à ailettes; renvoyé à une Commission de Vincennes, Bessemer reçut la réponse suivante : « Le métal dans lequel sont faits, à l'heure actuelle, nos canons, ne permettrait pas de tirer de semblables obus. » L'inventeur, qui n'était pas du tout métallurgiste, ne fut pas découragé pour si peu et, alors qu'il s'était occupé de la conservation des insectes, de la frappe du velours et même d'un bateau anti-mal de mer, qui ne fit jamais qu'une seule traversée entre Douvres et Calais, Bessemer retourna en Angleterre et, se basant sur une opération assez connue d'affinage partiel de la fonte, fit passer un courant d'air dans la fonte liquide. Il obtint alors de l'acier et ce procédé se répandit rapidement, après quelques perfectionnements. Ainsi, d'une façon bien indirecte, la France avait participé à la première méthode de préparation de l'acier en masse importante.

Quelques années plus tard, en 1864, était mis au point le procédé de fabrication de l'acier sur sole.

Les frères Siemens venaient de découvrir le principe de récupération que l'on peut résumer brièvement de la façon suivante :

Si, dans un four, on envoie un combustible gazeux chaud et de l'air chaud au lieu de gaz et d'air froids, on obtient une température plus élevée. Pour opérer le chauffage préalable du gaz et de l'air, on utilise les gaz chauds sortant du four. Pour concrétiser ce principe, nous pouvons indiquer celui des fours à sole : quatre chambres de récupération garnies de briques à travers lesquelles les produits gazeux peuvent passer. Les gaz sortant chauds du four traversent deux de ces chambres, les échauffent et, lorsque la température est suffisamment élevée, ce qui, en pratique, demande à peine une demi-heure, ces chambres sont traversées par le gaz et l'air qui vont brûler dans le four. Pendant ce temps, les deux autres chambres reçoivent les gaz chauds sortant du four, de telle sorte qu'il y a toujours deux chambres en chauffage et deux chambres en refroidissement. C'est là le principe qui permit d'atteindre, dans des fours à sole, une température suffisamment élevée, — 1 700° environ — pour fondre les déchets d'acier. C'est Louis Le Chatelier, le père du grand savant, qui eut le premier l'idée de la fusion de l'acier sur sole, en appliquant le principe des frères Siemens. Malheureusement, les briques du four ainsi construit ne purent résister et ce sont les frères Martin, deux ingénieurs français qui, à Sireuil, en Charente, purent construire le premier four à sole permettant la fusion de l'acier.

La méthode employée par Martin consistait, tout d'abord, dans la refusion des déchets,

puis on a ajouté à l'acier fondu la fonte, opérant ainsi une dilution des impuretés ⁽¹⁾ et, enfin, on a ajouté des minerais oxydés qui aident à l'affinage.

Le procédé Bessemer, comme le procédé Martin initial, ne permettait point de traiter n'importe quelle fonte et d'obtenir toujours un acier de bonne qualité.

C'est un grand savant français, Gruner, professeur à l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris, qui montra le premier que, en opérant suivant les procédés habituels, il est impossible d'éliminer le phosphore contenu dans la matière première et qui apporte toujours dans l'acier, dès qu'il dépasse une faible proportion, de la fragilité.

De très longues recherches faites en France et en Angleterre, dans le but d'arriver à la déphosphoration par l'intermédiaire de la chaux, ne donnèrent d'abord aucun résultat industriel et ce ne fut qu'en 1878 que deux métallurgistes anglais, Thomas et Gilchrist, garnissant la cornue de dolomie cuite (la dolomie étant du carbonate de chaux et de magnésie), purent arriver à avoir un appareil permettant les additions de chaux et, par conséquent, la suppression du phosphore. Peu après, on appliqua le procédé des soles basiques, c'est-à-dire des soles de dolomie ou de magnésie, au four Martin, et c'est en France que Valton et Pourcel mirent la question au point. Ainsi, vers 1880-1900, le Bessemer, le four Martin acide, c'est-à-dire à sole siliceuse, la cornue Thomas avec son revêtement basique et le four Martin basique constituaient les grands appareils de production de l'acier, et il semblait ainsi que la métallurgie de l'acier était arrivée à un stade définitif. Il faut bien remarquer, d'ailleurs, que la méthode de déphosphoration jouait, pour la France, un rôle de tout premier plan, puisque nos minerais de l'Est, qui constituent un bassin d'une importance considérable, sont tous phosphoreux.

Il est curieux de noter que Thomas vint mourir en France et que sa tombe se trouve dans notre cimetière de Passy.

En 1900, nouvelle marche en avant dans la fabrication des aciers. Le four électrique était né en France et en Italie, avec Louis Clerc, Ingénieur des Arts et Manufactures, Moissan, le grand chimiste, et Stassano, officier italien, et, vers 1900, le four électrique devint tout à fait industriel. Il servait déjà à la fabrication du carbure de calcium et de certains alliages de fer. Avec les appareils créés par Héroult, Girod, Chapelet, l'électro-sidérurgie prend un grand développement, d'abord en pays de montagne, là où le courant peut être fourni à bon marché grâce aux chutes d'eau, puis, étant donné l'avantage du four électrique qui permet de pousser très loin certaines réactions, notamment celle de désulfuration, grâce à la température élevée, le four électrique est utilisé pour un super-affinage dans les usines métallurgiques courantes et l'on peut bien dire que l'électro-sidérurgie est essentiellement d'origine française.

Enfin, l'année 1933 a vu s'établir un procédé qui est né dans une des grandes usines des Alpes : le procédé Ugine-Perrin qui mérite de retenir quelques instants notre attention ; car il prend une extension importante.

Une fonte est un alliage de fer et de carbone avec de nombreuses impuretés ; un acier est un alliage de fer et de carbone à teneur moindre en carbone et contenant des quantités beaucoup moins élevées d'impuretés. Pour enlever ces impuretés, on opère l'affinage surtout par voie d'oxydation ; ces impuretés sont, les unes, transformées sous forme gazeuse, les autres, sous forme d'oxydes qui entrent dans un résidu nommé « scorie ». Ce ne sont pas les mêmes scories qui sont susceptibles d'absorber toutes les impuretés ; les unes, basiques, prendront le phosphore que l'oxydation aura amené sous forme d'acide phosphorique ; les autres, acides, contenant notamment de la silice, se chargeront de prendre l'oxyde de fer et, voici le point important, ces réactions se passeront d'autant mieux, elles seront d'autant plus rapides, d'autant plus complètes, qu'il y aura un contact plus parfait entre le métal à traiter et le produit qui doit opérer l'affinage, ce produit étant bien choisi, tant au point de vue de sa composition qu'au point de vue de sa viscosité. Et voici que, dans le nouveau procédé dont nous parlons, la scorie est fondue à part, et non pas produite dans le four métallurgique proprement dit. Le métal sortant du four est coulé sur la scorie liquide placée dans une poche et ainsi s'assure un brassage énergétique permettant une réaction extrême-

(1) On sait que la fonte diffère de l'acier par les teneurs en carbone, manganèse, silicium, soufre et phosphore plus élevées dans le premier produit que dans le second.

ment rapide et remarquablement complète. On peut ainsi avoir une sécurité de fabrication et une homogénéité de métal qui présentent un très grand intérêt.

On voit donc que notre pays a pris une part très importante dans l'évolution des procédés de la métallurgie du fer, aide indirecte à Bessemer, recherches capitales de Gruner, découverte du procédé Martin-Siemens, avec les principes indiqués par Louis Le Chatelier, procédé basique au four Martin-Siemens dû à Pourcel et Valton, création de l'électrosidérurgie et des appareils qu'elle utilise, découverte toute récente du procédé Ugine-Perrin.

Il faut enfin attirer l'attention sur un autre métal qui a actuellement bien peu d'importance dans la production de notre pays et c'est cependant de France qu'est partie la méthode la plus répandue pour le produire : il s'agit du cuivre.

Jusqu'en 1880, deux procédés, l'un, dit anglais, l'autre, dit allemand, donnaient quasiment tout le cuivre du monde. Il s'agit de procédés complexes de traitement, soit d'oxyde, soit de sulfure et voici que deux Français, Manhès et David, dans une toute petite usine située aux environs d'Avignon, à Eguilles, créent, en 1883, la méthode du convertissage que nous allons tâcher d'expliquer clairement en quelques lignes.

La plus grande quantité de minerai de cuivre est constituée par des sulfures de cuivre et de fer, dans lesquels le sulfure de cuivre correspond à une proportion bien plus faible que le sulfure de fer.

Il faut retenir deux principes : le fer s'oxyde plus facilement que le cuivre : le cuivre se combine plus aisément avec le soufre que le fer, de telle sorte qu'on grille (c'est-à-dire que l'on soumet à un chauffage oxydant) le minerai sans le fondre; on oxyde ainsi du fer; on fond le minerai en présence de silice qui absorbe l'oxyde de fer. Comme il n'y a qu'une partie de fer oxydé, il reste du sulfure de fer mélangé au sulfure de cuivre, mais le produit est bien plus riche en cuivre que le minerai initial. C'est ce que l'on appelle une matte. Cette matte est versée à l'état liquide, dans un convertisseur ressemblant au convertisseur Bessemer; on y ajoute de la silice, ce qui reste du fer est oxydé par le courant d'air et absorbé par la silice et il sort de l'appareil du cuivre impur que l'on raffine ensuite par électrolyse.

La France a donc joué, dans cette métallurgie très importante du cuivre, mais dans laquelle elle n'est guère productrice, faute de minerai, un rôle de tout premier plan, en créant la méthode moderne du convertissage.

Le procédé thermique de la métallurgie du zinc, qui consiste dans la réduction de l'oxyde par le carbone en petites cornues et qui produit, encore à l'heure actuelle, malgré sa forte consommation de charbon, plus des 2/3 de ce métal, a été découvert en 1809 par l'abbé Dony à Liège, alors que cette ville était française.

LES GRANDES LOIS CHIMIQUES ET LA MÉTALLURGIE.

Les études scientifiques des phénomènes métallurgiques ont essentiellement à leur base les grandes lois de la chimie et de la physicochimie. Or, nombreuses sont celles de ces lois qui sont d'origine française : loi de la conservation de la matière, loi des combinaisons, loi des équilibres chimiques.

Les noms de Lavoisier, de Henri Sainte-Claire Deville, de Berthelot et, plus particulièrement du point de vue qui nous préoccupe, le nom de Henry Le Chatelier sont justement connus du monde entier.

Veut-on un exemple d'études modernes basées sur ces lois et ayant des conséquences capitales pour les fabrications? Chacun sait que, parmi les minerais, c'est-à-dire parmi les corps naturels dont on extrait un métal, les oxydes occupent une place primordiale; minerais de fer, minerais d'aluminium, minerais d'étain, sont presque exclusivement des oxydes; bien mieux, les sulfures qui, après les oxydes, sont les principales sources de métaux, sont souvent transformés en oxyde, en vue de l'obtention du métal; c'est ce qui se produit dans les métallurgies du plomb et du zinc. Les lois auxquelles nous avons fait allusion ont permis une étude systématique de la réduction des oxydes, le calcul des constantes d'équilibre, la connaissance des conditions de réduction des oxydes et des équilibres métal-scorie, c'est-à-dire des méthodes d'épuration.

LES APPAREILS DE MESURE ET LA MÉTALLURGIE.

Les méthodes d'étude des produits métallurgiques sont, en grande partie, dues à des Français : ce sont Osmond et Werth, Ingénieurs des Arts et Manufactures, qui ont développé la métallographie microscopique aux laboratoires du Creusot et fait, les premiers, l'étude des constituants des fontes et des aciers.

Cette méthode de la métallographie microscopique, qui consiste à polir un métal, à l'attaquer par un réactif convenable et à mettre ainsi en vue les différents constituants, a été rendue réellement industrielle vers 1893, par Henry Le Chatelier. Le principe du microscope créé par ce savant est utilisé maintenant de façon constante par tous les constructeurs français et étrangers. L'idée dominante a été de mettre l'oculaire suivant un axe horizontal, l'objectif, suivant un axe vertical ; deux prismes à réflexion totale donnent, l'un l'éclairage et l'autre la transmission des rayons de l'objectif dans l'oculaire ; ce second prisme est mobile et permet de faire tomber l'image dans l'œil de l'observateur ou bien sur une plaque photographique.

Les méthodes d'essais mécaniques ont, pour la plupart, pris naissance en France et s'y sont singulièrement développées.

L'essai de résilience auquel sont liés les noms d'André Le Chatelier, de Frémont, de Charpy et de Guillery, a essentiellement pour but de déterminer la fragilité du métal. Pour ce faire, une éprouvette de section carrée, porte une entaille de forme déterminée ; on la rompt suivant le plan de cette entaille en un seul coup de mouton, permettant d'évaluer le nombre de kilogrammes consommés pour opérer cette rupture.

Parmi les essais multiples qui se sont singulièrement développés au cours de ces dernières années, l'analyse thermique et l'essai de dilatation ont pris une importance qui nous conduit à insister sur les résultats.

L'analyse thermique, que Henry Le Chatelier a été l'un des premiers à utiliser avec Osmond, permet de déterminer le diagramme thermique, c'est-à-dire les points de fusion et de solidification ainsi que les points de transformation des produits métallurgiques, si importants, tant du point de vue de la fabrication du métal même, que de celui des traitements, spécialement de la trempe. L'analyse dilatométrique dont Henry Le Chatelier a créé les premiers appareils et qui s'est très développée avec les recherches de Chevenard, a permis de déterminer les points de transformation avec une grande précision.

Il nous faut signaler, d'une façon toute spéciale, la question de la mesure des températures élevées ; là encore, c'est à Henry Le Chatelier et aussi à d'autres physiciens français, notamment Féry, que l'on doit un appareillage utilisé maintenant de façon courante.

Le thermomètre classique à mercure est évidemment très limité dans son emploi ; on a bien cherché à remplacer le mercure par le gallium, mais les résultats sont encore insuffisants et la première solution intéressante a été donnée par Henry Le Chatelier, avec le couple thermo-électrique formé de deux métaux différents et soudés ensemble. Le point de soudure est plongé dans le corps dont on veut mesurer la température et la force électro-motrice qui naît ainsi donne la température par une mesure galvanométrique aisée. Le couple platine-platine rhodié permet des déterminations précises jusqu'au-delà de 1 200° et maintenant un nouveau couple, de naissance américaine d'ailleurs, carbone-carbure de silicium, permet de mesurer la température d'un bain d'acier.

D'autre part, Féry a donné une autre solution du problème avec une lunette qui concentre le rayonnement sur un petit disque, dont on mesure l'échauffement au moyen d'un couple thermo-électrique.

Enfin, il ne faut pas oublier le pyromètre optique, dont le principe a été indiqué par Henry Le Chatelier ; il est constitué par une lunette qui envoie une image de la source, dont on veut mesurer la température, sur le filament très fin d'une petite lampe. On observe le filament, on le chauffe au moyen d'un courant électrique qui le rend alors lumineux et on règle le courant pour faire disparaître l'image du fil. On a fait, au préalable, un étalonnage et l'on sait qu'à tel courant passant dans le fil correspond telle température de la source. Il s'appelle justement pyromètre à disparition de filaments.

LES ALLIAGES.

Si l'industrie qui utilise les produits métallurgiques était limitée aux métaux eux-mêmes, elle n'aurait à sa disposition que des matériaux peu intéressants par leur résistance mécanique; la plus haute charge de rupture des métaux commerciaux est celle du nickel (50 kg par mm²). Mais les alliages, avec leurs traitements et spécialement les traitements thermiques (trempe et revenu), permettent d'obtenir des résistances dépassant 200 kg par mm² et couramment, dans les constructions mécaniques, 130 et 150 kg par mm². En réalité, dans la plupart des problèmes industriels — sauf la conductibilité électrique et certaines résistances chimiques — ce sont les alliages qui interviennent, souvent dans une complexité extraordinaire de composition, de traitements et sous des noms étonnamment variés, parmi lesquels les intéressés ont grande peine à se retrouver.

A de nombreux de ces produits — qui obéissent maintenant à des règles scientifiques et n'ont rien à voir — quelle que soit l'apparence — avec des recettes culinaires — les savants et techniciens français ont attaché leurs noms : c'est Brustlein qui prépare les aciers au chrome pour projectiles; c'est Marbeau qui, dans une usine parisienne, obtient le premier acier à haute teneur en nickel (23 p. 100) et en étudie les curieuses propriétés; ce sont les laboratoires du Creusot, de Saint-Chamond, de Montluçon qui mettent au point, notamment pour l'armement, les aciers au nickel et au chrome; c'est Ch. Ed. Guillaume qui, au pavillon de Breteuil, découvre l'invar, acier à 36 p. 100 de nickel qui n'éprouve aucune dilatation entre 0 et 350°; c'est, plus récemment, Chevenard qui crée les premiers aciers résistant aux températures élevées. Enfin n'est-ce pas Henri Sainte-Claire Deville qui découvrit le bronze d'aluminium, n'est-ce pas l'Ecole Française, avec Henry le Chatelier et Charpy, qui fit les premières études systématiques sur les alliages et leurs traitements thermiques et est-ce que les recherches de Portevin, de Cournot et de toute une génération de jeunes savants ne sont pas connues du monde entier?

Conclusions.

Certes il serait absurde de prétendre que inventions et recherches métallurgiques sont l'apanage de notre seul pays. L'Allemagne, l'Angleterre, les Etats-Unis, la Pologne, la Belgique, la Russie, l'Italie, la Suède, le Japon et quelques autres ont apporté des contributions souvent très importantes au développement de la fabrication et de la science des métaux. Cependant la France peut et doit s'enorgueillir de l'élan considérable qu'elle leur a donné.

LES COMBUSTIBLES SOLIDES DANS LEUR ADAPTATION A L'HYDROGÉNATION ⁽¹⁾

par M. LOUIS CRUSSARD.

Les trois modes d'application. — L'application de l'hydrogène aux industries de transformation des combustibles solides a été, jusqu'ici, polarisée exclusivement ou presque exclusivement vers la production des carburants. En principe, il n'y a aucune difficulté majeure à hydrogéner une houille d'un seul coup et complètement; le difficile est plutôt de maîtriser cette attaque et de l'orienter vers cette fin particulière. On n'y arrive qu'en recourant à des opérations successives; l'essence est toujours obtenue en hydrogénant un produit de transition et non le charbon lui-même. Conformément à ce plan général, la technique s'est engagée dans trois voies distinctes.

1° Dans l'une, le charbon passe au gazogène à l'eau, et c'est le gaz bleu obtenu (en principe $\text{CO} + 2\text{H}^2$) qui est le produit intermédiaire, renfermant à la fois le corps hydrogénable CO, et l'hydrogène nécessaire. Leur action mutuelle donne, outre l'eau qui élimine l'oxygène, le groupement CH^2 qui est l'élément constructif des hydrocarbures. Le procédé de Fischer qui, après une longue période de recherches, a industrialisé cette méthode, ne s'est véritablement développé que depuis 1935. Les conditions imposées au combustible solide sont naturellement très lâches, puisqu'on ne lui demande que de s'adapter à la gazéification et que, dans la matière gazeuse soumise à l'hydrogénation, il a entièrement perdu son individualité.

2° Dans une deuxième voie, le charbon est soumis à la décomposition thermique vers 500°, dite « semi-distillation » et le produit à hydrogéner se réduit au produit liquide de cette opération, dit « goudron primaire » à l'exclusion du semi-coke qui doit, par ailleurs, trouver son emploi. On sait que ce terme « goudron primaire » est impropre et trompeur, bien que consacré par l'usage. Il s'agit en réalité d'une sorte de pétrole brut formé d'hydrocarbures et de corps phénoliques. L'hydrogénation allège les premiers, transforme les seconds en hydrocarbures.

Bien que la formule basée sur la semi-distillation ne transforme en essence qu'une partie réduite de la matière première, c'est pratiquement elle qui paraît avoir pris le plus de développement, et ceci en raison de la facilité de traitement du goudron primaire. Par contre, elle impose cette servitude essentielle du semi-coke qui, pondéralement, est le produit principal et dont il faut qu'on puisse tirer parti. Bien entendu, une partie de ce semi-coke peut être utilement affectée à la production de l'hydrogène nécessaire.

Les combustibles les plus aptes à cette technique sont évidemment ceux qui donnent beaucoup de goudron primaire, 10 à 12 p. 100 par exemple; ce sont les lignites et les flam-bants, ou plutôt certains lignites et flam-bants. Ils sont d'ordinaire riches en oxygène, et, dans une semi-distillation bien conduite, cet oxygène passe surtout dans le goudron primaire en lui donnant son caractère phénolique spécifique.

3° Dans la troisième voie, on demande à l'action directe de l'hydrogène sur le combustible solide l'obtention du produit intermédiaire (sans préjudice, bien entendu, de l'hydrogénation de ce dernier). C'est encore une sorte de pétrole brut, plus ou moins asphaltique, plus ou moins phénolique. La différence fondamentale avec la deuxième formule est qu'ici il n'y a rien d'équivalent au semi-coke et que, en principe tout au moins, la totalité du charbon passe à la production de cette huile brute.

Depuis l'usine de Leuna en Allemagne qui, en 1927, a été la première réalisation indus-

(1) Conférence faite par l'auteur, le 7 juin 1941, à l'Association française des Techniciens du Pétrole, dans l'hôtel de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale.

trielle de ce genre et qui fait déjà figure d'ancêtre, cette fabrication d'huile brute et sa conversion ultérieure en essence ont été opérées dans des ateliers contigus d'une même usine et sont apparues, en somme, comme deux stades successifs d'un seul et même traitement. En fait ce sont bien deux opérations distinctes. Rien ne s'opposerait, par exemple, à ce que la première fût entreprise à proximité du lieu d'extraction de la houille et que l'atelier en fût, comme une cokerie, l'annexe d'une houillère, alors que la deuxième, dont la matière première est une huile, pourrait être tributaire d'une raffinerie, étant donné la similitude des techniques. Ce n'est pas là une simple vue de l'esprit; des cas se sont effectivement présentés où l'on pouvait se demander si l'on n'avait pas intérêt économique à une telle scission, et des projets ont vu le jour en conséquence.

L'objet de la présente conférence est limité à ce premier stade de l'hydrogénation directe des combustibles solides en vue d'obtention de l'huile brute. C'est l'opération la plus spécifique, celle qui s'éloigne le plus de la technique pétrolière. Elle peut d'autre part être dirigée vers de tout autres fins, comme la suite de cette étude le montrera.

MARCHE DE L'HYDROGÉNATION DIRECTE DES COMBUSTIBLES SOLIDES.

Je rappellerai d'abord la marche de cette hydrogénation qui conduit du combustible solide à l'huile brute. Je n'insisterai pas sur sa technologie, malgré l'intérêt qu'elle peut présenter et les très sérieuses difficultés qu'il a fallu surmonter pour arriver à la mise au point industrielle.

Mise en solution et hydrogénation. — Le charbon est pulvérisé assez fin, mais sans excès. Il est incorporé dans une huile lourde, dite huile support. C'est d'abord une simple bouillie de mélange. Quand elle est suffisamment chauffée, le charbon fond dans l'huile. Cette dissolution est un des faits les plus importants, et celui qui nous retiendra le plus.

La solution est mise en présence d'hydrogène dans des conditions appropriées de température et de pression. La température est de l'ordre de 450°, d'ailleurs susceptible de varier; c'est un facteur essentiel et très sensible de réglage de marche. Quant à la pression, c'est plutôt une donnée de convenance, susceptible de varier dans des limites assez lâches; elle n'a pas de rôle direct bien important et agit plutôt de façon détournée, par la concentration de l'hydrogène dans la masse. A Leuna, les 200 kg adoptés étaient la pression de l'usine d'ammoniaque dont l'usine d'hydrogénation était solidaire. A son exemple, la plupart des applications industrielles qui ont vu le jour vers 1930 ont adopté le même ordre de grandeur, l'expérience a montré qu'il suffisait avec les combustibles facilement attaquables. Pour les plus rebelles, il faut aller plus loin; des pressions de 500-700 kg deviennent alors nécessaires.

L'hydrogène seul n'est pas sans action, mais son efficacité est faible et lente. La catalyse est nécessaire. Quelle que soit la nature du catalyseur, c'est un corps solide, insoluble. Des tentatives récentes ont été faites pour faire passer l'huile chargée de charbon dissous sur un catalyseur fixe. Mais la pratique courante est de mettre le catalyseur en suspension dans de l'huile qu'on injecte dans le circuit, soit avant, soit dans le récipient d'hydrogénation. Celui-ci contient donc une huile lourde (qui, dans les conditions de température et de pression réalisées, reste liquide) qui tient en dissolution le charbon et de l'hydrogène et en suspension le catalyseur; l'excès d'hydrogène reste gazeux et forme émulsion.

L'un des points par lequel diffèrent le plus les réalisations industrielles est la forme et la contenance des appareils où se fait l'hydrogénation. Trois dispositifs ont été utilisés, qui semblent donner des résultats comparables, le récipient unique de grande capacité, les récipients successifs en petit nombre (2 ou 3) de capacité moyenne, les tubes en jeu d'orgue. Le deuxième dispositif et surtout le troisième ont des possibilités de graduation dans l'attaque que n'a pas le premier. La construction de ces récipients pose des problèmes métallurgiques délicats, le premier surtout.

L'attaque est pratiquement complète; plus exactement, il faut qu'elle soit complète dans les conditions réalisées de température, pression et catalyse; la formule n'est acceptable qu'à ce prix. Il subsiste quelques p. 100 (2-3 par exemple) de matière carbonée réfractaire préexis-

tante dans la houille; elle paraît correspondre au « fusain » des pétrographes qui existe, en effet, souvent dans la plupart des houilles avec ces faibles proportions. A part cela, on n'est nullement maître de ce que l'on fait. Le produit obtenu est aussi disparate qu'un pétrole brut naturel, allant des asphaltes lourds jusqu'au CH_4 , terme ultime et banal de l'hydrogénation du carbone.

Coupage à chaud. — Il faut considérer comme intimement liées à la marche de l'hydrogénation les séparations qu'on fait subir à la matière produite. Il en est ici comme d'une cokerie. A la séparation au barillet correspond un coupage à chaud dont le rôle est essentiel.

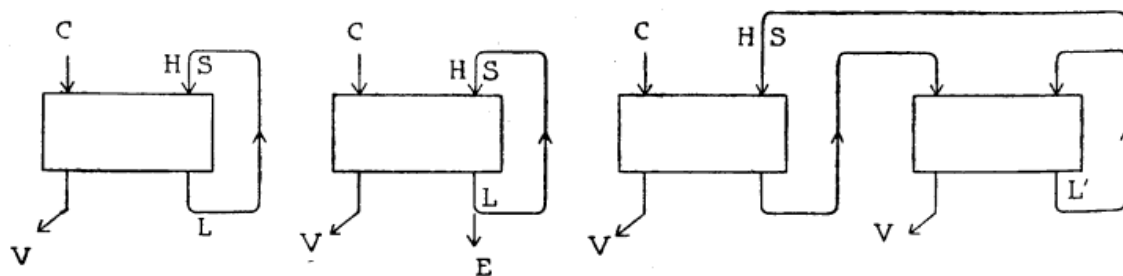
Comme au barillet, ce coupage se fait, en principe, à telle température qu'on voudra au-dessous de la température d'hydrogénation, et c'est par là qu'il est un élément de réglage. Le produit de queue reste liquide dans ces conditions, tandis que le produit de tête est à l'état de vapeur.

Le produit de queue est une huile lourde qui n'a pas d'autre destination que de resservir comme huile support après qu'on en a séparé le résidu inerte formé du charbon inattaqué, des cendres et du catalyseur. Soit dit en passant, les pertes d'huile lourde entraînées par ce résidu inerte sont une servitude importante; elles deviennent vite inacceptables pour peu que le résidu soit abondant, ce qui suffit à prohiber les charbons trop cendreux — 8 p. 100 de cendres est, en général, le maximum tolérable; 5 p. 100 est préférable —. On a toujours avantage à exiger du lavage préliminaire du charbon le maximum de ce qu'il peut donner.

Généralement on règle la température de coupage de manière à assurer l'égalité en quantité de l'huile lourde récupérée et de l'huile support nécessaire. Il n'y a pas de difficulté à cela, mais la question de qualité de l'huile récupérée a une importance manifeste. Sans être trop exigeant et aller jusqu'à demander l'identité de nature, encore faut-il que les qualités physiques soient analogues, en ce qui concerne notamment l'aptitude à la dissolution du charbon. La condition fondamentale de possibilité de marche est qu'en jouant de la température, de l'ordre de convenance de la pression ainsi que du catalyseur, on arrive à réaliser cette analogie de qualité des huiles lourdes. Quand les difficultés naissent, c'est presque toujours par excès de lourdeur de l'huile produite que l'on pêche ⁽¹⁾.

Une autre manière, moins fréquente, de couper, consiste à assurer l'identité de qualité. C'est alors l'équilibre pondéral qui risque d'être rompu par excès de production d'huile lourde comparée aux besoins d'huile support. L'excès est alors retiré du circuit et forme un sous-produit traité comme un goudron dans une distillerie. Le rendement en carburant s'en trouve affaibli, mais les limites du choix du combustible sont un peu moins sévères.

Enfin un moyen plus radical, consiste à alléger l'huile trop lourde à l'aide d'une hydrogé-



Coupage normal. Coupage en qualité. Hydrogénation supplémentaire.

C, charbon; HS, huile support; V, tête du coupage (vapeur); L', huiles lourdes de coupage; E, excès.

nation supplémentaire ne portant que sur elle. Cette manière de faire a reçu quelques applications soit systématiques, soit exceptionnelles quand, pour un motif ou l'autre, l'huile est trop alourdie. Elle est rare, en raison de la complication de l'appareillage qui en résulte.

(1) Exceptionnellement, avec certains lignites très attaquables, l'huile produite a une tendance à être trop légère. On a toujours la ressource d'abaisser la température et la pression de traitement.

Séparations à froid. — De même qu'en cokerie, le produit de tête du coupage à chaud, formé des corps en vapeur à cette température, subit par condensation la séparation à froid, ou, plus complètement, des séparations à températures décroissantes. Je n'insisterai pas ici sur ces opérations qui nous rapprochent des techniques connues. Il suffira de dire qu'elles fournissent :

— du ou des wet gas, passibles des traitements propres à ces gaz et qui, notamment grâce à l'alkylation, sont devenus une matière première de choix pour la production des carburants à haut indice d'octane.

— du ou des liquides dont les parties les plus légères sont déjà des essences un peu lourdes et dont la masse principale est une sorte de gas oil ou de goudron primaire équeuté. C'est lui qui, dans le cas jusqu'ici presque exclusif où le but est la fabrication de l'essence, constitue le produit intermédiaire qui, soumis à l'hydrogénation ultérieure, donnera le carburant.

En définitive, dans toute cette gamme de produits, tout a son utilité. La seule production parasite est celle du CH_4 qu'on est bien obligé de subir, vu l'impossibilité d'empêcher cette hydrogénation extrême d'une partie du carbone de la masse. Pratiquement, on s'accommode de ce parasite en en faisant la conversion par la vapeur d'eau, le mélange $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ se transformant facilement par catalyse en $\text{CO} + 4\text{H}_2$. L'hydrogène ainsi produit est réintroduit dans le cycle avec l'excès d'hydrogène inutilisé. On conçoit que si la production de CH_4 est suffisante, on arrive par ce moyen à satisfaire aux besoins en hydrogène sans qu'on soit forcé d'en fabriquer par ailleurs. Cette conclusion n'est paradoxale qu'en apparence puisque, dans la conversion, la moitié de l'hydrogène provient de la vapeur d'eau introduite. Malgré tout, c'est un détour assez compliqué pour faire de l'hydrogène et simplement un moyen de tirer parti d'une imperfection inévitable.

Aptitude d'un combustible à l'hydrogénation. — En quoi réside l'aptitude ou l'inaptitude d'un combustible solide à se prêter à l'hydrogénation? Dans l'ensemble complexe des opérations que je viens de résumer succinctement, il y en a deux et deux seulement qui peuvent acculer à des impossibilités. On peut échouer :

— à la dissolution, parce que la matière première se refuse à fondre ou laisse un résidu trop abondant qui conduira à des pertes inadmissibles d'huile lourde entraînée,

— à l'hydrogénation, parce que l'on fait trop d'huile lourde ou de l'huile trop lourde et qu'on n'arrive pas à accrocher un régime permanent de marche satisfaisant.

Une fois ce double cap franchi, le reste peut réserver de grosses difficultés matérielles, mais non des impossibilités rédhibitoires.

Ceci dit, l'aptitude à l'hydrogénation suit en gros la division des combustibles solides en leurs familles naturelles. Les lignites et les carbolignites (intermédiaires entre les lignites et les houilles, comme par exemple les « lignites » du bassin des Bouches-du-Rhône) sont aisément hydrogénables, n'exigeant pas de pressions supérieures à 200 kg. Les flambants le sont un peu moins, mais s'accommodent encore de 200 kg avec souvent un alourdissement progressif de l'huile support, auquel on obvie par des purges périodiques. Par contre, lignites, carbolignites et flambants ont une infériorité organique, leur teneur élevée en oxygène. Le produit final (essence) étant fait d'hydrocarbure, l'oxygène finit par passer en eau, d'où accroissement inutile de la consommation d'hydrogène ⁽¹⁾. Je ne parle ici ni des tourbes, ni des acides humiques; leur attaque est d'une extrême facilité, mais leur teneur très élevée en oxygène en réduit beaucoup l'intérêt.

Les gras à coke et les demi-gras seraient évidemment très intéressants, puisque c'est à partir de ces catégories que, dans l'ordre des volatilités décroissantes, la teneur en oxygène commence sérieusement à baisser. Mais l'attaque est nettement plus difficile et exige de hautes pressions. Dans ce domaine, comme dans beaucoup d'autres, il y a presque discontinuité de propriétés entre les flambants et les gras à coke. Quant aux maigres et aux anthra-

(1) En toute rigueur, l'argument n'a toute sa valeur que dans ce cas où le but est la production de l'essence. Dans le produit intermédiaire donné par le premier stade de l'hydrogénation, une grande partie de l'oxygène passe dans l'huile sans faire notablement d'eau.

citeux, ils se refusent soit à la dissolution, soit à l'hydrogénation, au moins dans les conditions de la technique actuelle.

Tout ce que je viens de dire n'est vrai qu'en gros et, en quelque sorte, statistiquement. Les variations individuelles sont très accentuées, surtout parmi les flambants qui, à ce point de vue comme à bien d'autres, forment une famille très disparate. On connaît des exemples de flambants presque identiques de volatilité et de composition chimique élémentaire dont l'un est facilement traitable, alors que l'autre échoue même à la dissolution. La raison de telles inégalités est souvent à chercher dans les différences de constitution pétrographique, très variable d'un flambant à un autre.

Il convient d'étudier successivement :

— la dissolution, qui met en jeu des propriétés des houilles curieuses et assez peu connues, sinon des spécialistes, et sur laquelle, pour cette raison, j'entrerai dans quelques détails;

— l'hydrogénation proprement dite de la matière dissoute qui, en grande partie, est de la chimie courante, et dont je m'attacherai surtout à dégager les traits essentiels.

DISSOLUTION.

Solvants. — Les premières tentatives de mise en solution des houilles remontent presque à un siècle. Le but des premiers chercheurs était très limité, ils se proposaient simplement de dégraisser les houilles grasses à l'aide des solvants usuels comme le benzène, l'éther ou l'alcool, à l'ébullition normale, donc à température assez basse, de l'ordre de 100°.

On extrait ainsi une sorte de graisse consistante ayant l'aspect d'un bitume, d'où le nom de « bitume de houille » qui lui est généralement donné, dénomination qui est sans inconvénient, pourvu qu'on n'y voie qu'un terme caractérisant la consistance sans préjuger d'une identité de nature, tout à fait discutable, avec les bitumes naturels.

Pondéralement, les résultats sont décevants. Dans les meilleurs cas, on n'arrive pas à dissoudre 2 p. 100 de la masse. On a l'impression de n'atteindre qu'incomplètement les parties solubles, comme si le liquide avait trop de peine à pénétrer dans le solide. Seulement cette remarque n'apprend rien sur la proportion qu'on pourrait atteindre avec une technique moins imparfaite.

La question est restée longtemps sans faire de vrais progrès jusqu'à ce que soit venue l'idée, d'ailleurs assez naturelle, d'opérer en autoclave pour élever la température et faciliter par là la pénétration du liquide. Mais comme les chercheurs s'efforçaient toujours d'isoler autant que possible les matières solubles dans l'état où elles préexistent dans la houille, ils s'arrangeaient pour altérer le moins possible la matière étudiée; ce souci limite étroitement l'élévation de température admissible.

Le mode opératoire le plus célèbre dans cet ordre d'idées est celui que Fischer mit au point vers 1920. Le solvant utilisé est le benzène; la température (273°) est celle où la houille ne donne encore aucun dégagement de gaz appréciable, notamment pas d'H₂S, ce qui est un caractère très sensible. La pression (53 atm.) n'est pas voulue, mais subie; c'est la tension maxima du benzène à la température de traitement. En réitérant au besoin plusieurs fois l'opération (en rechargeant chaque fois avec du benzène frais), on réussit à extraire de houilles grasses de 5 à 8 p. 100 de bitumes. Plus tard, en combinant le traitement avec un broyage ultrafin (dimension du micron = millième de mm), Fischer a atteint des rendements de 10-12 p. 100. Cela paraît bien être la limite de ce qui peut préexister dans la houille à l'état de matières de consistance bitumineuse solubles. Le résidu n'a plus rien d'une houille grasse et est respecté par les solvants.

Peptisants. — Cette question de la dissolution semblait donc pouvoir être considérée comme épuisée, mais entre temps une autre voie avait été ouverte aux recherches :

C'est en 1899 que Bedson défraya cette voie nouvelle en attaquant la houille à la pyridine, solvant à consistance d'huile légère, bien connu pour dissoudre les résines ou le caoutchouc. Les résultats furent inattendus. D'abord la température se montrait indifférente dans de

larges limites, avec des résultats à peu près identiques soit à l'ébullition, soit à la température ambiante. Mais surtout, remarquable était le rendement, car une houille facilement attaquant comme un flambant gras, était mise en solution jusqu'à concurrence de plus de 30 p. 100 de son poids. Mettons que, dans ces 30 p. 100 soient contenus les quelques 10 p. 100 de bitume vraiment solubles; force est bien d'admettre que 20 p. 100 proviennent de la masse même du charbon dégraissé. C'était encore modeste, mais pour la première fois on mettait sûrement en solution une partie de la substance du charbon proprement dite.

Depuis Bedson, de multiples recherches ont été faites dans ce sens, soit pour améliorer la technique de la dissolution, soit pour trouver d'autres liquides agissants. Parmi les plus énergiques figurent avec la pyridine, d'une part l'aniline ou la quinoléine (bases organiques comme elle), d'autre part les phénols et surtout certains goudrons primaires phénoliques; cette remarque est spécialement intéressante en hydrogénation, dans laquelle la présence de phénols joue un si grand rôle.

Chose remarquable, il n'y a pas d'intermédiaire entre ces dissolutions énergiques et l'action faible des solvants comme le benzène. Ce hiatus donne à penser que le mode d'attaque est différent. On a très vite soupçonné que, tandis que les solutions du type benzénique étaient de vraies solutions moléculaires des bitumes de la houille, comme celle du sucre dans l'eau, l'action de la pyridine et consorts devait plutôt ressembler à celle des sucs digestifs sur les aliments solides, à ces « peptisations » où la substance à digérer est, au moins au début, mise en fausse solution, divisée et éparpillée dans le liquide sous forme de parcelles colloïdales, beaucoup plus grosses que des molécules.

Longtemps cette analogie est restée une hypothèse vraisemblable, mais non pleinement confirmée. La preuve décisive a été fournie, il y a une douzaine d'années, par l'ultramicroscopie à fond sombre, mise au point peu d'années auparavant, et qui a permis d'atteindre les grossissements de 2 000. Dans les observations d'Agde et Hubertus, notamment, les parcelles colloïdales sont visibles et même mesurables; elles sont allongées, en grain de riz, avec des longueurs de l'ordre de quelques décimicrons (10 millièmes de mm). Ces grains retiennent énergiquement le liquide peptisant par mouillage et sont imprégnés de lui; comme toutes les fines particules répandues dans un liquide, elles sont animées d'un vif mouvement brownien qui assure la stabilité de leur suspension tandis que leur enveloppe liquide les empêche de se rejoindre.

Ajoutons que, quelques années auparavant, l'ultramicroscopie directe des houilles à sec, en plaques minces, avait déjà montré au pétrographe américain Thiessen la présence de parcelles en grain de riz de l'ordre du micron, soit dans les tissus végétaux, soit dans la houille qui en dérive. Même dans les parties les plus élaborées et en apparence les plus homogènes de la houille, on trouve parfois de telles parcelles soit accumulées sans ordre, soit conservant encore la structure cellulaire du végétal d'origine. Mais ces constatations étaient restées curiosités de naturaliste dont la portée technique avait tout d'abord échappé.

La question si discutée de la structure colloïdale des houilles ne peut donc plus guère faire de doute. Il faut considérer que les granules colloïdaux y préexistent avant tout traitement et que les peptisants ne font que les libérer en s'insinuant dans la masse par mouillage. Chemin faisant ils dénudent les parties vraiment solubles, c'est-à-dire les bitumes, et les dissolvent effectivement.

J'ai dit que les parcelles dégagées ont des calibres de l'ordre de quelques décimicrons. Plus exactement, elles sont de dimensions diverses; leur longueur va généralement du décimicron au micron; par suite leur volume varie dans le rapport de 1 à 1 000. Il est d'ailleurs peu probable que ce soit là les limites extrêmes. Si l'ordre du micron paraît bien être la limite supérieure (plus grosses sont les parcelles, plus elles ont de peine à rester en suspension stable dans le liquide), ce serait par contre peu vraisemblable que la limite inférieure de fragmentation coïncidât exactement avec la limite de visibilité microscopique. Tout porte effectivement à penser⁽¹⁾ qu'il y a une certaine proportion de parcelles inférieures au décimicron, mais probablement assez réduite.

(1) Phénomène du bleu de Tyndall notamment.

Il en est en somme de l'action d'un peptisant comme de celle d'un broyeur qui, au hasard des inégalités locales de dureté de la matière et du broyage lui-même, fait des fragments d'inégale grosseur. Ajoutons que la peptisation, basée sur la pénétration du liquide par mouillage, est foncièrement lente. Comme dans les broyages fins, le temps a une influence considérable sur le résultat, non qu'il modifie le calibre des parcelles les plus fines mais parce qu'il en augmente le nombre et réduit par suite la dimension moyenne.

Quelque énergique et prolongée que soit la peptisation, son efficacité n'en reste pas moins partielle, mais il est presque impossible de donner, comme l'ont tenté de nombreux chercheurs, un sens précis à ce qu'on pourrait appeler le rendement de la peptisation, rapport de la masse dissoute à la masse traitée. Si l'on essaie de filtrer la solution, même au filtre grossier, à mailles bien supérieures aux plus grosses parcelles, on voit rester sur le filtre une fraction souvent importante de la masse réputée dissoute. Si d'autre part on reprend le résidu réputé indissous, soit par une nouvelle charge fraîche du même peptisant, soit mieux par un autre peptisant convenablement choisi, on voit une nouvelle fraction passer en solution. Le rendement de la peptisation n'est donc pas spécifique et dépend énormément des conditions opératoires.

La cause principale de ces faits est la coagulation. Des parcelles colloïdales déjà libérées et entourées de leur enveloppe adhérente de liquide s'accrochent parfois entre elles par ces enveloppes et forment des assemblages plus ou moins volumineux en œufs de grenouille, d'aspect caractéristique. L'ultramicroscope décèle et analyse de tels assemblages, soit dans le liquide où ils nagent en flocons informes qui se refusent à la filtration, soit dans le résidu où ils adhèrent aux parties incomplètement attaquées ou aux menus débris de tissus végétaux que la houille contient en plus ou moins d'abondance.

Ces effets coagulants sont spécialement marqués avec les phénols, ce qui est important pour la technique de l'hydrogénation. Par exemple, un phénol de goudron primaire attaquant un flambant gras laissera indissous un résidu très abondant; mais ce résidu, repris à la pyridine, se dissoudra en fortes proportions, beaucoup plus fortes que si l'on s'était contenté de la seule attaque pyridique; c'est donc que le phénol avait été très actif, mais que la coagulation (que lui-même provoque) avait masqué son action⁽¹⁾.

Malgré les incertitudes provenant de la coagulation, il n'en est pas moins vrai que les charbons présentent à la peptisation des résistances très diverses. Les plus réfractaires sont les anthracites et les maigres où l'effet des peptisants est nul ou insignifiant. L'attaque commence avec les demi-gras et, dès les gras à coke ou les gras à gaz, présente à peu près son maximum. Quant aux flambants, c'est toujours la même diversité allant de solubilités extrêmement fortes à des résistances non moins extrêmes. Ce sont, en somme, les mêmes distinctions que celles dont j'ai parlé plus haut et qu'a sanctionnées la pratique de l'hydrogénation; c'est la preuve du rôle qu'y joue la peptisation, premier stade de la dissolution.

Thermolyse. — Même dans les conditions les plus favorables et les charbons les plus attaquables, le rendement de la peptisation dépasse rarement 50 p. 100, bitumes solubles compris. D'autres modes opératoires s'avèrent donc nécessaires pour aller plus loin.

Or, en peu d'années autour de 1930, ont vu le jour toute une série de travaux indépendants et presque simultanés, parmi lesquels ceux de Gillet en Belgique, Pertierra en Espagne, Pott et Broche en Allemagne, pour ne citer que les plus importants. Bien que diversement orientés, ils ont en commun l'action du solvant et celle de la chaleur. Il est commode de désigner ces effets sous le nom de « thermolyse » qui, sans rien préjuger de son mécanisme, rappelle ce double caractère d'action thermique et de dissolution.

Pour bien comprendre cette importante question de la thermolyse, il convient de se rappeler d'abord l'action de la chaleur sur la houille à sec, en l'absence de tout solvant. On sait que, si l'on élève graduellement la température, l'action thermique commence à se manifester par le dégagement de faibles quantités de corps de composition simple H_2O , H_2S , CO_2 , CH_4 ; en particulier le carbone ne s'y trouve engagé que dans des molécules

(1) On remarquera que le phénol est acide, la pyridine basique.

gazeuses à un seul atome de cet élément. Puis, à partir d'une certaine température, un peu inférieure à 300° pour les plus fragiles, un peu supérieure à 400° pour les plus réfractaires, le changement est rapide et profond; des produits condensables, relativement lourds, prennent naissance, ce sont les premiers goudrons primaires. La température à laquelle ils apparaissent est assez nettement définie; c'est le « seuil thermique » de la décomposition. Elle est beaucoup plus importante et plus nette que la température, plus basse et assez floue, où apparaissent les produits gazeux simples cités plus haut.

Privée de ses premiers goudrons primaires, la masse solide subsistante subit un remaniement interne qui la rend plus résistante à l'action de la chaleur, en sorte que son seuil thermique s'élève. La température de chauffage continuant à monter, elle entre à son tour en décomposition et le même phénomène recommence. Il ne se termine que quand la masse résiduelle remaniée a pris une structure telle que de nouveaux goudrons ne peuvent plus se former; elle est alors devenue le semi-coke. Le terme de « pyrogénéation » rend bien rompte de cela; il rappelle cette « naissance par le feu » d'une substance nouvelle, le semi-coke, entièrement différente du combustible de départ. En fait, pour tous les combustibles, la pyrogénéation est accomplie et le semi-coke formé vers 550°; si on poursuit au-delà l'élévation de température, il ne se dégage plus que des corps gazeux de composition simple, notamment de l'hydrogène. Au total, dans les cas les plus favorables, la proportion de goudron dépasse rarement 12 p. 100.

Ceci rappelé, passons à la thermolyse; je prendrai comme exemple le mode opératoire de Pott et Broche qui est l'un des plus caractéristiques et nous rapproche le plus de la technique de l'hydrogénation.

Quand Fischer opérait en autoclave avec le benzène, j'ai déjà dit que la température était soigneusement limitée pour éviter même l'apparition de ces produits gazeux simples qui précède, et de loin, celle des goudrons. Pott et Broche, au contraire, élèvent systématiquement la température et opèrent l'attaque thermolytique en se plaçant aussi près que possible du seuil thermique, mais un peu en deçà, avec le souci d'éviter la pyrogénéation. Le choix du liquide est ici assez lâche, car à ces températures, la différence entre solvants simples et peptisants va en s'estompant. En fait Pott et Broche ont eu recours à des phénols de goudron primaire étendus à la tétraline ou à la naphthaline fondue, pour clarifier les solutions et éviter les coagulations dues aux phénols.

Comme dans la pyrogénéation à sec, le résidu est plus résistant que la matière de départ. Si on l'attaque à son tour par thermolyse, en profitant de cette latitude qu'il donne d'élever la température, on obtiendra un deuxième résidu dont le seuil thermique est encore plus élevé et ainsi de suite. Pour fixer les idées, on peut compter que pour les seuils thermiques de la matière traitée de :

	275°	325°	350°	400°
le résidu aura pour seuil :	340°	380°	390°	440°

Comme on voit, l'écart se resserre; un moment arrive, vers 425°, où la thermolyse ne provoque plus d'ascension sensible du seuil thermique du résidu. Elle a alors atteint sa limite d'efficacité, alors que la pyrogénéation ne prend fin que vers 550°, comme je l'ai déjà dit.

Pratiquement, bien entendu, on ne franchira pas par degrés séparés ces divers stades mais on réalisera une seule chauffe à température croissante pourvu que la montée de température soit suffisamment lente et limitée. Pott et Broche citent par exemple le cas d'un flamant gras, assez fragile thermiquement, dont le seuil est à 330°; la thermolyse commencera à 320° et sera poursuivie jusqu'à 400 ou 440° en trois heures, soit à l'allure de 0°,5 à la minute, qui est celle d'une cokerie très lente. Si on essaie d'accélérer l'attaque ou de poursuivre la montée de température au-delà de la limite, la pyrogénéation apparaît et produit abondamment du gaz et du semi-coke au lieu de produits solubles. L'allure du phénomène est, comme on le voit, foncièrement différente de celle de la pyrogénéation.

Par rapport à la peptisation, la thermolyse de Pott et Broche assure un progrès radical, c'est ainsi que, dans l'exemple précipité, la mise en solution atteint 75 p. 100 de la masse.

Quant à l'ultramicroscopie des solutions thermolysées, elle décèle encore des parcelles colloïdales, mais en moyenne plus petites qu'avec la peptisation. D'autre part, si l'on compare la masse mise en solution à la fraction qu'on en trouve ainsi à l'état de parcelles décelables, on se rend compte que cette fraction est assez faible. Une partie importante est donc passée à un état de division plus avancée, qu'il s'agisse simplement de parcelles trop fines pour pouvoir être décelées, ou de modifications plus profondes dans la structure intime de la substance.

Tant au point de vue scientifique que technique, l'intérêt culminant de la thermolyse se situe dans les propriétés de la matière dissoute, telle qu'on peut l'isoler après en avoir chasser le solvant par évaporation. Dans cet état, ce sont des substances solides, noires, brillantes, solubles en majorité ou en totalité dans les grands solvants usuels comme le benzène; caractère plus remarquable encore, elles sont fusibles avec des points de fusion de 100° à 150°. D'un mot elles ont la consistance et les caractères physiques des bitumes. Le résidu insoluble lui-même a l'aspect d'un bitume lourd ou d'un brai. Qu'il s'agisse de l'extrait ou du résidu, ce n'est donc déjà plus physiquement du charbon; mais c'en est encore au point de vue chimique, ou plutôt, c'en est encore l'essentiel, contrairement à la pyrogénéation dans laquelle la structure chimique elle-même est remaniée.

Tout cela donne à penser que la thermolyse est, non seulement plus fine que la peptisation, mais probablement d'une autre nature. Sans être fixé là-dessus de façon certaine, il n'est pas déraisonnable de penser qu'il doit s'agir de dépolymérisation, comme dans la dissolution des résines, peut-être mieux encore, de scission chimique comme dans l'hydrolyse de la cellulose et la transformation de cette substance complexe en d'autres corps, plus simples et solubles, qui physiquement, n'ont plus rien de la cellulose mais qui ont conservé les groupements chimiques essentiels de sa structure.

Thermolyse complète. — Je me suis étendu sur cet exemple saisissant du Pott et Broche type bien net de thermolyse. L'analogie est évidente avec le traitement subi par la houille dans les usines d'hydrogénation ⁽¹⁾. Toutefois, une différence subsiste, c'est que, dans ces dernières, aux 2 ou 3 p. 100 près du fusain irréductible, la dissolution est complète, tandis qu'avec le Pott et Broche, elle reste encore imparfaite. Comment l'action dissolvante peut-elle être plus énergique que dans le Pott et Broche où il semble qu'on se soit déjà placé à la limite du possible? Se pourrait-il donc que le seuil thermique puisse impunément être dépassé?

Il en est bien ainsi. Par exemple, en opérant au Laboratoire en présence d'un grand excès d'huile anthracénique à ébullition, sous pression atmosphérique (cf. notamment Gillet), on ne constate pas d'action sensible avec une huile légère bouillant à 270°, mais une huile moyenne (320°) donne déjà une dissolution appréciable et une huile lourde (360°) une dissolution accentuée, sans trace de pyrogénéation. Et cependant, à 360°, on est déjà nettement au-dessus du seuil thermique de la plupart des flambants et des gras. Il est donc possible d'aller un peu au-delà de ce seuil, non seulement sans compromettre la dissolution, mais au contraire en intensifiant son efficacité.

Une telle constatation est, à première vue, assez paradoxale; mais il est facile de lever cette difficulté. Quand on chauffe à sec un combustible, le franchissement du seuil thermique se manifeste à la fois par deux phénomènes, la décomposition génératrice de goudrons et la pyrogénéation qui remanie le résidu et aboutit au semi-coke. Les deux phénomènes sont liés, quoique distincts, et il n'y a qu'un seuil thermique de décomposition et de pyrogénéation.

Ceci dit, quand l'action de la chaleur s'exerce en présence d'un liquide, les choses changent. Par son action physique de mouillage, il n'est nullement impossible que le liquide hâte la décomposition thermique; au contraire, s'il agit sur le recollage des fragments rompus qui est à la base de la pyrogénéation, ce ne peut guère être que pour s'y opposer. Il est donc parfaitement possible que les seuils thermiques se disjoignent, le seuil de décom-

(1) Ce n'est d'ailleurs pas un simple hasard si les travaux précités sur la thermolyse coïncident dans le temps avec la grande époque de mise au point de l'hydrogénation.

position s'abaissant et le seuil de pyrogénéation s'élevant, et par suite qu'on arrive à gagner quelque peu dans le domaine de la thermolyse sans que la pyrogénéation apparaisse.

C'est bien ainsi finalement qu'il faut voir la dissolution telle qu'elle se passe dans la technique de l'hydrogénation. Dans certaines installations, l'identité est complète; ce sont celles où le chauffage qui précède l'hydrogénation se fait en pipe-still sans hydrogène ni catalyseur. L'analogie se poursuit jusque dans le détail. Les difficultés très sérieuses de mise au point sont les mêmes : danger des solutions poisseuses ou coagulées, danger de pyrogénéation par surchauffe locale; même souci de frôler continuellement la pyrogénéation tout en se maintenant toujours un peu en deçà; même importance de la progressivité du chauffage.

Une dernière remarque à faire concerne la spécificité des huiles support. Dans une campagne d'hydrogénation, quelle que soit l'huile support à l'origine, elle a vite disparu dans les recyclages successifs et finalement il n'y a plus qu'une huile lourde issue de la houille elle-même et qui en est, généralement, le meilleur dissolvant. Mais si, dans une usine traitant normalement un flambant par exemple, on vient substituer à ce combustible usuel un lignite, même plus attaquable, il n'est pas rare que la marche devienne impossible ou irrégulière, faute d'adaptation de l'huile support à cette nouvelle matière à traiter. On reconnaît là la curieuse question de parenté chimique qui joue un si grand rôle dans la solubilité et le mouillage. La condition fondamentale et nécessaire de réussite de la thermolyse est, à l'origine même de l'attaque, le mouillage énergique du charbon par l'huile support. Pertierra, dans ses travaux, a fortement insisté sur ce facteur essentiel.

En définitive, l'huile support, après avoir mouillé la masse, assure les deux offices de peptisation isolant les parcelles colloïdales et d'attaque thermolytique de ces dernières. En fait les deux actions bien distinctes dans les recherches de laboratoire, sont intimement mêlées dans les usines d'hydrogénation; c'est leur ensemble qui constitue la mise en solution.

Mise en solution vue à l'échelle atomique. — Il n'est pas inutile, pour en finir avec cette question, d'essayer de voir, à l'échelle atomique, ce que représentent la peptisation et la thermolyse.

Raisonnons par exemple sur une houille pure de 1,2 de densité, contenant 85 p. 100 de carbone, pesant par conséquent 1,2 mg au mm³ et contenant $1,2 \times 0,85 = 1$ mg de carbone, ce qui, d'après le nombre d'Avogadro, représente 20 quintillions (2×10^{19}) d'atomes de carbone.

Dans la préparation en vue de l'hydrogénation, la houille, avons-nous dit, est broyée finement mais sans excès. Un grain pris parmi les plus fins aura, par exemple, 0,1 mm de diamètre; admettons qu'il soit sphérique, son volume sera de $\frac{1}{2000}$ mm cube, contenant 10 quadrillions (10^{16}) d'atomes de C. C'est ce monde que la peptisation, puis la thermolyse ont à désagréger en en trouvant les points faibles.

Dans l'attaque peptisante, nous avons vu que la parcelle colloïdale libérée est un corps allongé de quelques décimicrons de longueur. Assimilons-le, par exemple, à un ellipsoïde allongé de 4 décimicrons de long sur 2 de large. Mettons d'autre part que la moitié de son volume soit occupée par le liquide qui l'imprègne. Il reste, comme on le verra facilement, un volume solide de 5 décimicroncubes (5×10^{-12} mm³), 100 millions de fois plus petit que le grain de départ. Bien entendu, l'action est irrégulière, et les parcelles sont, les unes plus volumineuses, les autres moins; mais ces nombres situent bien en moyenne l'œuvre que la peptisation effectue par simple mouillage. En moyenne le grain le plus fin de la matière première est découpé en 100 millions de parcelles contenant chacune 100 millions d'atomes de carbone.

De la thermolyse, nous savons que l'attaque va plus loin, mais jusqu'où? A ma connaissance, les données directes manquent. Mais d'après les mesures de viscosité faites sur les bitumes naturels, on peut raisonnablement penser que des corps de même consistance, de même solubilité, et dont les points de fusion s'échelonnent entre 100° et 150° sont formés de particules ayant de 1 000 à 10 000 atomes de carbone. C'est 10 000 à 100 000 fois plus petit (en volume) que la particule moyenne de peptisation.

Ainsi dans le travail de fragmentation de la masse qu'implique la mise en solution, le plus gros de la peine revient à la peptisation; mais, si la part de la thermolyse qui la suit est nettement plus réduite, elle est, par contre, décisive dans le changement de consistance physique du produit dissous.

C'est également en voyant les choses à l'échelle atomique qu'on comprend le mieux ce qui sépare la thermolyse de la pyrogénéation. Dans la décomposition à sec par l'effet de la chaleur, le premier dégagement de gaz simple comme CO^2 ou CH^4 n'apparaît que comme un balayage ou un grattage de poussières. Quand on atteint le seuil, l'ébranlement thermique de la masse provoque des lézardes, arrache des lambeaux (goudrons), mais immédiatement les surfaces d'arrachement se recollent, formant des assemblages plus résistants (pyrogénéation). Dans la thermolyse, au contraire, la pénétration du liquide se produit avant le seuil à sec, parce que les lézardes sont précédées de fêlures par lesquelles entre le liquide, et d'autre part, comme il baigne les surfaces d'arrachement, il s'oppose au recollement des surfaces d'attaque ou tout au moins le retarde. Une telle description est évidemment simplifiée et déformée; mais elle fait tout de même bien comprendre l'antinomie de la thermolyse et de la pyrogénéation, ainsi que leurs interdépendances.

HYDROGÉNATION DE LA MASSE DISSOUE.

A elle seule, la question de l'hydrogénation de la masse dissoute est extrêmement vaste. Elle relève presque exclusivement⁽¹⁾ de la chimie organique classique. Tout progrès fait dans la science de la structure chimique de la houille retentit sur nos connaissances en hydrogénation et inversement. Il ne peut être question ici que d'en dégager les traits essentiels.

Catalyseurs. — L'hydrogénation n'est vraiment efficace qu'en présence de catalyseurs appropriés. Leur détermination a été l'objet de longs tâtonnements empiriques dont les résultats sont peu divulgués. Il ne semble pas qu'il y ait un catalyseur spécifique, ou très nettement supérieur aux autres; tout un groupe de corps agissent de façon à peu près analogue, parmi lesquels les plus répandus, mais non les seuls sont certains oxydes, du molybdène ou de l'étain. Les éléments chimiques correspondants ont en commun l'aptitude à former des oxydes multiples, et tout se passe comme si leur rôle était, par une chaîne d'oxydations et de réductions, de faire de l'hydrogène atomique immédiatement utilisé comme tel par la houille en dissolution.

Rôle de l'oxygène dans la structure. — Des éléments chimiques constituant les charbons, le plus caractéristique de la structure n'est pas le carbone, comme on pourrait être tenté de le croire, mais l'oxygène.

L'oxygène joue dans la délimitation des familles naturelles de combustibles solides un rôle de premier ordre. Si, partant des éléments végétaux comme la cellulose ou la lignine, dans lesquelles le nombre d'atomes d'oxygène est de l'ordre de 100 pour 100 atomes de carbone, on parcourt la suite naturelle des combustibles, on rencontre successivement les tourbes et les corps humiques où cet ordre est de 50, puis les lignites où il est en moyenne de 25; viennent ensuite les carbolignites avec un rapport de l'ordre de 15, les flambants et les gras où il descend à 10 et même à 5. C'est seulement à partir des demi-gras que, l'oxygène étant devenu pondéralement faible, c'est l'hydrogène (dont le rôle était jusque-là effacé) qui prend la prédominance dans la classification. On comprend d'après cela que, pour les catégories de combustibles qu'intéresse l'hydrogénation, ce soit bien la teneur en oxygène qui est le facteur de classification le plus distinctif.

Non moins importante est la manière dont, avec sa double valence, l'oxygène s'agence dans la structure. Les fonctions chimiques terminales les plus actives, fonction acide caractérisée par le groupe carboxyle CO^2H , fonction phénolique caractérisée par le groupe oxyhydrile OH attaché à un noyau benzénique, fonction méthoxyle OCH^3 d'éther méthyl-

(1) Pas tout à fait, puisque l'hydrogénation a son rôle d'adjuvant à la dissolution, comme on le verra plus loin.

lique, ont été identifiées dans les corps humiques et les tourbes, mais elles vont en décroissant rapidement d'importance quand on s'achemine vers les lignites, et disparaissent dès les flambants. Le groupe carbonyle CO de la fonction cétonique est un peu plus tenace, mais, ici encore, à partir des flambants inclus, son rôle est terminé. La disparition de ces fonctions est conforme à ce qu'on sait d'elles en chimie organique, et se fait dans la nature par des moyens simples d'hydrolyse et d'oxydation. Elle se traduit très généralement par une disparition de corps oxydés de construction simple (CO^2 , H^2O) ce qui explique l'appauvrissement progressif en oxygène.

Du moment qu'à partir des flambants les fonctions terminales ont disparu, la conclusion est inévitable. Dans toutes les houilles, même les flambants, l'oxygène ne peut que, soit être en position de suture entre deux groupes monovalents G.G' quelconques (G.O.G'), soit entrer dans la constitution d'une chaîne fermée de carbones comme dans les corps furaniques où la chaîne en question est formée de 4 carbones et l'oxygène ou dans les corps pyraniques où la chaîne contient 5 carbones et l'oxygène. Il n'est plus douteux aujourd'hui que de telles chaînes jouent un rôle important dans la structure des tissus végétaux et par là dans les combustibles qui en dérivent.

Rôle de l'oxygène dans l'attaque. — Ce qui fait l'intérêt de ces remarques, c'est que l'oxygène est toujours un point faible de l'assemblage d'atomes, par où les actions chimiques peuvent s'exercer. Il est bien significatif, par exemple, que ce soit les charbons les plus riches en oxygène qui sont les plus sensibles à l'altération par l'oxygène de l'air et les plus enclins à l'inflammation.

Il en est de même dans l'hydrogénation. Que l'oxygène soit en suture ou engagé dans une chaîne hétérogène, il est attaqué par l'hydrogène, restant accroché à l'état d'oxhydrile OH, ou éliminé à l'état d' H^2O . En tout cas, la suture est rompue ou la chaîne brisée. Il y a donc désorganisation de l'ensemble, d'autant plus multipliée qu'il y a plus d'atomes d'oxygène, ce qui explique que les produits soient d'autant plus lourds que la houille est moins oxygénée.

Je n'ai pas parlé jusqu'ici de la structure du carbone. La question est complexe et délicate; je me contenterai de dire que tout porte à croire qu'une bonne partie des atomes de carbone des houilles y figure à l'état de noyaux benzéniques. On comprend d'après cela que parmi les produits d'hydrogénation se trouvent des oxhydriles accrochés à de tels noyaux, donc des phénols. L'huile d'hydrogénation a effectivement souvent beaucoup d'analogie avec un goudron primaire phénolique. La réduction des phénols ne se termine alors que dans les stades ultérieurs de l'hydrogénation; elle donne normalement des carbures aromatiques ou hydroaromatiques.

Si j'insiste sur cette formation des phénols, c'est qu'elle a un rôle indirect important. Parmi les agents actifs de la dissolution nous avons vu figurer les phénols de goudron primaire; on comprend alors que la présence de l'hydrogène puisse, par ce détour, aider à la dissolution. Le fait est bien connu des techniciens de l'hydrogénation: les difficultés de la dissolution ont été parfois atténuées par l'introduction d'une certaine quantité d'hydrogène dans le préchauffeur; d'autre part la position du point d'injection du catalyseur dans le circuit est loin d'être indifférente.

Il paraît donc bien acquis que dissolution et hydrogénation ne sont pas nécessairement distinctes et successives et qu'il peut y avoir intérêt à les faire chevaucher. Il n'en était pas moins utile, pour la netteté des idées, de les distinguer et de les étudier séparément.

MODES SPÉCIAUX D'HYDROGÉNATION NE RENTRANT PAS DANS LA FORMULE USUELLE.

J'en ai fini avec l'hydrogénation, au sens où la technique l'a développée et présentement mise au point. Je pourrais m'en tenir là. Il y a cependant, en dehors de ce chemin frayé, quelques tentatives isolées qu'il est utile de connaître.

Thermolyse par hydrogénation. — Si les conditions opératoires sont telles que, en l'absence de tout hydrogène, la thermolyse serait incapable de se produire, il peut arriver que la présence de l'hydrogène la provoque. C'est ce qu'on pourrait appeler la thermolyse par hydrogénation.

Une expérience isolée de Fischer le prouve. Un charbon gras, finement broyé jusqu'à la dimension micronique, traité à l'autoclave en présence du benzène (solvant faible), à 180° (donc très au-dessous du seuil thermique) et à la pression modérée de 180 atm., en présence du catalyseur molybdique, a fourni en deux opérations successives 90 p. 100 de sa masse à l'état de bitumes dissous. Il s'agit, il est vrai, d'action lente (10 jours) ce qui enlève à l'expérience toute portée dans l'hydrogénation courante, mais l'épreuve n'en est pas moins significative.

Même avec les charbons maigres, cette thermolyse par hydrogénation est susceptible d'agir à la longue. En opérant à 260° et 220 atm. dans son autoclave au benzène, Fischer a obtenu d'une houille maigre après 8 jours de traitement 23,5 p. 100 de bitumes solubles, c'est-à-dire le double de la proportion de bitumes préexistant dans les meilleures houilles grasses.

Il paraît inutile d'insister sur l'intérêt de telles constatations qui ouvrent des perspectives curieuses sur l'origine des bitumes dans les houilles, leur disparition dans les houilles maigres et la possibilité de les y régénérer.

Hydrogénation à sec. — Dans les conditions physiques généralement requises pour la thermolyse, l'hydrogène peut avoir, même en l'absence de solvant, une certaine action sur les houilles. C'est ce qu'on pourrait appeler l'hydrogénation à sec.

Bien évidemment, on ne peut attendre d'une telle attaque que des résultats limités; mais ce que nous avons dit plus haut du mécanisme de l'action thermique fait comprendre que, pourvu qu'on se tienne au voisinage du seuil, la présence de l'hydrogène ne soit pas indifférente au résultat.

L'expérience a été réalisée en Angleterre par Sinnatt. Sans huile support, sans catalyseur (dont l'emploi est évidemment impossible) une houille quelconque, anthracites mis à part, chauffée entre 350° et 420°, c'est-à-dire en pleine zone des seuils thermiques, en présence d'hydrogène, se transforme en matière plastique à la température de chauffage et accuse un accroissement de la proportion de bitumes solubles au benzène.

Méthode de Berthelot. — C'est ici le lieu de rappeler l'ancienne méthode de Berthelot d'hydrogénation universelle, basée sur l'emploi en vase clos de l'acide iodhydrique à sa température de dissociation (270°). Or 270° est une température inférieure au seuil de presque tous les combustibles, en tout cas de toutes les houilles; et cependant l'attaque est très complète. Cela n'a rien de surprenant vu l'énergie de l'action due à l'hydrogène atomique produit par la dissociation de l'acide iodhydrique. Un obus tombant sur un mur n'a pas besoin pour agir de commencer par séparer les briques.

C'est à tort qu'on cite généralement la formule de Berthelot comme ancêtre lointain des procédés d'hydrogénation que la technique a réalisés. Cette formule dérive, comme on le voit, d'un tout autre principe.

CONCLUSIONS.

Tels sont les quelques faits et principes que je voulais mettre en lumière. Ils conduisent à des conséquences dont certaines sont assez inattendues et que je résumerai comme suit :

1° L'hydrogénation des combustibles solides a été entreprise jusqu'ici avec le souci à peu près exclusif d'en tirer des essences. A côté de cette production dont l'importance est manifeste, on peut lui demander la fourniture d'huiles plus lourdes, sans excepter les huiles de graissage; on peut aussi lui demander celle des benzols, phénols, carbures nitrables avec des rendements incomparablement plus élevés que dans les industries basées sur la distillation du charbon.

2° Par l'action de la chaleur sur un mélange de houille et de liquide approprié avec ou sans hydrogène d'appoint, il est possible de réaliser une dissolution presque complète de la houille (thermolyse). Ainsi est résolu le problème de transformation du charbon en fuel-oil ou en diesel-oil, d'une manière beaucoup plus fine et plus complète qu'avec la mise en suspension du charbon broyé, ce broyage fût-il poussé à la dimension du micron.

Je ne crois pas exagérer en disant que cette dissolution est à l'industrie de la houille ce que l'hydrolyse est à celle du bois.

3° La production à haut rendement des asphaltes et des brais est également possible et redevable des mêmes techniques.

4° Il est possible en limitant ces actions de « rebitumer » les houilles maigres et de remonter aux grasses à coke.

Ce qui a été jusqu'ici l'objectif principal de l'hydrogénation et sa raison d'être, je veux dire la production des essences, n'est donc qu'une des multiples voies que l'on peut suivre. En dosant les deux techniques qu'elle implique, c'est-à-dire la mise en solution et l'hydrogénation proprement dite, un vaste champ paraît s'ouvrir à ses applications.

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT

I. — CYCLE CONSACRÉ AUX ASPECTS ET DÉVELOPPEMENTS NOUVEAUX DE LA SOUDURE AUTOGÈNE ET A SON ADAPTATION AUX BESOINS ACTUELS.

1^{re} séance. Samedi 24 Octobre, à 16 h. : *Les Métaux plaqués et leurs méthodes d'assemblage*, par M. BALLAY, Docteur ès Sciences.

2^e séance. Samedi 7 Novembre, à 16 h. : 1^o *Un aspect de la lutte contre l'usure : Le rechargement par soudure*, par M. LEBRUN, Ingénieur A. et M., Docteur ès Sciences, Lauréat de l'Institut. — 2^o *Quelques aspects des techniques annexes du soudage autogène oxy-acétylénique : soudage par pression, cémentation, trempe superficielle*, par M. A. LEROY, Directeur de l'Office Central de l'Acétylène et de l'Institut de Soudure autogène. — 3^o Conclusions.

SÉANCE DU SAMEDI 7 NOVEMBRE 1942.

Conclusions des Conférences par M. A. Portevin.

Les doctrines évolutionnistes nous apprennent que la vie ne peut continuer à travers les bouleversements et cataclysmes extérieurs que s'il y a adaptation.

Il en est de même pour nos activités et nos techniques.

Dans le bouleversement actuel la technique de la soudure, ainsi que les techniques satellites, est une de celles qui paraissent avoir le mieux compris cette nécessité.

Non seulement elle a étendu son champ d'applications, mais elle s'est adaptée aux besoins actuels, s'attachant à réparer autant que possible les méfaits de l'heure et c'est ce thème que nous avons voulu développer dans ce cycle et qu'exprime bien le titre qui lui a été donné : « Aspects et développements nouveaux de la soudure autogène; son adaptation aux besoins actuels ».

Au lieu de vous exposer une fois de plus les principes, opérations et applications de la soudure par fusion, ce qui a été fait ici même autrefois et qui vient d'être recommencé actuellement en d'autres enceintes, nous avons tenu à vous présenter d'une part, par M. Ballay, un procédé déjà ancien, le placage, mais renouvelé et généralisé et, d'autre part, à vous montrer des applications nouvelles, qui ne sont pas à proprement parler des soudures autogènes par fusion :

— Rechargement, par M. Lebrun.

— Cémentation, trempe, soudure par pression, par M. Leroy.

Ces nouvelles applications nous prouvent l'extension et l'adaptation des phénomènes accompagnant l'emploi du chalumeau en soudure :

Extension. — Autrefois limité aux aciers extra doux et doux, il s'applique aux aciers carburés et à ceux très riches en éléments spéciaux tels que :

1^o aciers à coupe rapides, application dans laquelle il faut souligner que la carburation n'est plus limitée par la forgeabilité, puisque la partie travaillante étant utilisée à l'état fondu et non forgé, on peut mettre à profit la haute dureté spécifique des carbures ou cémentites spéciales;

2^o aciers austénitiques au manganèse.

Adaptation, en tant que corollaire de ces phénomènes, c'est-à-dire les applications annexes engendrées par l'étude des phénomènes observés en soudure. Je souligne « par l'étude », car le curieux est que ces applications mettent à profit les propriétés et phénomènes considérés précisément jusqu'alors comme des défauts en soudure :

a) dans le soudage par pression, c'est la déformation qui est mise en jeu alors que l'on cherche à l'éviter en soudure;

b) cémentation ou carburation poussée jusqu'à la température de fusion que l'on évite en soudure tant au point de vue de l'homogénéité chimique que des effets de trempe qui en résultent;

c) trempe superficielle alors qu'en soudure ces effets de trempe sont un des obstacles à la soudabilité.

Ces applications sont en grande partie nouvelles au point que certaines même ne sont actuellement qu'en période de mise au point et vous en avez eu la primeur.

Ainsi apparaissent manifestes les avantages de l'étude spécifique. C'est par la *connaissance approfondie des phénomènes* que l'on en devient maître pour les faire évoluer *dans le sens que l'on désire*.

Dans un ouvrage fort éloigné du sujet qui nous réunit ici, intitulé « avec Huysmans. promenades et souvenirs » que je lisais récemment — désirant m'évader de l'atmosphère actuelle — l'auteur, Michel de Lezinier, a écrit cette phrase dont la pensée se trouve déjà, si je ne m'abuse, empruntée à Karl Marx :

« Supprimez le tour parallèle, en quelques semaines le monde redeviendra ce qu'il était au temps de Clovis et ne tardera pas à mourir de misère. »

C'est qu'en effet l'obtention de surfaces cylindriques de révolution est à la base de notre civilisation mécanique, notamment la propulsion dans les transports étant obtenue par des mouvements de rotation ou des mouvements alternatifs de pièces cylindriques, sans parler de l'obtention de la farine par des mouvements cylindriques. Ainsi la réalisation par l'outil de surfaces cylindriques et la conservation de celles-ci sont à la base du ravitaillement. Nous en voyons une démonstration péremptoire à l'heure actuelle.

Dans les transports, et également dans l'agriculture mécanisée, il faut lutter contre l'usure.

Les diverses applications nouvelles qui viennent de vous être présentées sont donc de l'actualité la plus aiguë. Mais, ce qu'il importe de souligner, ce sont les aspects réparateurs et constructifs de ces applications. Nous venons de voir en effet comment on peut réparer des pièces, outils, machines et constructions usées, brisées ou démolies, comment on peut lutter contre la corrosion et l'usure par rechargement et placage, tout en économisant au maximum les matériaux devenus rares ou extrêmement coûteux.

Ce sont là des aspects réconfortants, plongés comme nous le sommes dans les effets d'une usure accélérée et d'une destruction forcée comme on n'en avait encore jamais vus, ce qui prouve, s'il en était besoin, la folie des hommes !

Ainsi la science et la technique s'efforcent de mettre en œuvre leurs connaissances pour réparer autant que possible les méfaits des hommes et aussi enrichir encore notre outillage, ce dont nous profiterons dans le présent et dans le futur.

II. — CYCLE CONSACRÉ AUX APPAREILS DE MESURE ET DE CONTRÔLE.

Les Conférences de ce Cycle seront publiées par les soins du Comité général d'Organisation des Industries de la Mécanique, 44, Avenue Hoche, Paris (8^e).

Samedi 24 Novembre 1942, à 16 h. : *Normalisation et Métrologie*, par M. SALMON, Inspecteur général d'Etat, Commissaire à la Normalisation.

Samedi 28 Novembre 1942, à 16 h. : *Le microscope électronique. État actuel et Applications au cours des cinq dernières années*, par le Docteur von BORRIES, Chef du Laboratoire d'électro-optique de la Société Siemens et Halske.

Samedis 12 et 19 Décembre 1942, à 16 h. (à l'Amphithéâtre de Chimie-Physique, 44, r. Pierre-Curie) : *La Construction des instruments et la Géométrie du corps solide*, par M. L. DUNOYER, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Président de la Société française de Physique, Membre du Bureau des Longitudes.

Samedi 6 Février 1943, à 16 h. : *L'évolution du pyromètre optique monochromatique*, par M. G. RIBAUD, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris (Chaire des Hautes Températures).

Samedi 13 Février 1943, à 16 h. : *Verres pour métrologie et Appareils de contrôle (produits spéciaux et techniques spéciales)*, par M. J. ESCHER-DESRIVIÈRES, Docteur ès Sciences physiques, Physicien au Laboratoire des Glaceries de la Compagnie de Saint-Gobain.

Samedi 20 Février 1943, à 16 h. : *Les Applications, au chauffage central, de la régulation de la chauffe*, par M. LIEUBRAY, Ingénieur I. C. A. M.

Samedi 6 Mars 1943, à 16 h. : *Les unités principales de longueur, de masse, d'électricité, de lumière, de chaleur et l'échelle thermométrique telles qu'elles résultent des dernières ententes internationales. Leur représentation, leur conservation*, par M. PÉRARD, Directeur du Bureau International des Poids et Mesures, Membre de l'Institut.

Samedi 13 Mars 1943, à 16 h. : *Optique et Précision*, par M. P. FLEURY, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers, Directeur-délégué de l'Institut d'Optique théorique et appliquée.

Mardi 23 Mars 1943, à 16 h. : *Construction des Galvanomètres sensibles*, par M. G. FOURETIER, Chef de travaux à l'Ecole des Mines.

Judi 25 Mars 1943, à 16 h. : *Reflexions sur la Construction des Appareils d'Observation et de Mesure*, par M. P. CHEVENARD, Directeur scientifique de la Société de Commeny, Fourchambault et Decazeville.

Samedi 17 Avril 1943, à 16 h. : *L'outillage moderne pour l'analyse spectrochimique qualitative et quantitative des alliages métalliques*, par M. R. GIRSCHIG, Ingénieur d'Etat des Industries mécaniques.

SÉANCE DU SAMEDI 21 NOVEMBRE 1942 (Conférence de M. SALMON).

1^o **Allocution inaugurale de M. H. M. Magne**, président.

En souhaitant la bienvenue aujourd'hui à M. l'Inspecteur Général d'Etat SALMON, Commissaire à la Normalisation, je tiens à le remercier tout particulièrement d'avoir choisi pour inaugurer ce cycle consacré aux Appareils de Mesure et de Contrôle, un sujet touchant la *normalisation*⁽¹⁾, c'est-à-dire un domaine dans lequel notre activité s'exerce depuis très longtemps. Nous y avons même été *précurseurs*.

C'est en 1891 que la Société d'Encouragement, sur l'initiative de M. Sauvage, mit à l'étude la question de l'unification des filetages. Je ne saurais passer sous silence aujourd'hui les noms du général Sébert, président, et de Gustave Richard, rapporteur de la Commission qui fut chargée de cette étude. C'est en 1894 que notre Société publia les règles qu'elle proposait pour un système uniforme de filetages. Ces règles pénétrèrent progressivement dans la pratique française, pour les diamètres supérieurs à 6 mm, et furent bientôt connues sous le nom de S. F. (système français) ou de S. S. (système de la Société d'Encouragement). Ce système, avec quelques retouches, fut adopté ensuite par le Congrès Général de Zurich sous la dénomination de : système international (S. I.).

Notre Société consacra ensuite ses efforts, sur la proposition de MM. Sartiaux et Zetter, aux vis de diamètres inférieurs à 6 mm; ils aboutirent au rapport de 1905, établi par la Commission des Filetages avec le concours des représentants des Industries électriques. Les constructeurs d'instruments de précision, le Ministère de la Marine, l'Artillerie nous suivirent.

Nous réussîmes enfin à étendre le champ d'application des règles aux très petites vis, constituant la série dite horlogère.

Cette action formait l'ensemble d'une œuvre dont le développement ultérieur fut marqué par la création de la Commission de Standardisation, puis celle de l'Afnor, avec laquelle nous continuons à travailler dans un esprit d'étroite coopération.

En recherchant la solution d'un problème que posent d'une façon particulièrement impérieuse l'extension de la grande industrie, celle des moyens de transports, l'internationalisation de ceux-ci, la nécessité de constituer partout des réserves d'éléments interchangeables, nous ne faisons d'ailleurs qu'obéir à une tendance de l'esprit humain qui avait trouvé son expression sous des formes déjà rigoureuses dans de très vieilles civilisations.

Mais il ne suffit pas de définir avec précision : encore faut-il que cette précision soit traduisible dans le domaine des réalités; comment aurait-elle pu l'être sans le développement remarquable de la construction des appareils de mesure? Eux aussi répondent à une tendance très ancienne de l'esprit humain, puisque la « mesure » servit dans l'antiquité à définir l'homme lui-même, mais, ici, les techniques de notre époque sont allées incomparablement plus loin que celles du passé.

A la fin de cette séance, notre collègue, M. Chevenard, qui a bien voulu assumer l'organisation du cycle au nom de notre Comité des Arts économiques, vous dira à quel objet il répond et quelles en seront les idées directrices. Je forme le vœu que ce domaine de l'équipement industriel, qui a pour mission de traduire matériellement les exigences de la netteté spirituelle — un des aspects les moins contestés du génie français, héritier de Descartes et de Pascal — garde ou acquière dans notre pays la place qui semblerait devoir lui revenir, si l'on songe que beaucoup de ses fabrications, souvent étrangères, sont basées sur des idées et des inventions qui proviennent de chez nous.

Mais cet ordre d'idées et de réalisations correspond bien aussi aux conditions qui paraissent devoir être celles de l'économie nouvelle de l'Europe : les idées de mesure et de contrôle y seront sans doute le fondement nécessaire de l'ordre.

(1) Normalisation et Métrologie, conférence inaugurale par M. l'Inspecteur général d'Etat SALMON, Commissaire à la Normalisation.

Je vois un beau témoignage de notre accord pour la compréhension des réalités dans le fait que des organismes très divers soient ici représentés et s'associent à notre effort.

Cet accord est déjà un résultat. Je ne doute point qu'il ne soit profitable puisque M. Salmon a bien voulu nous apporter aujourd'hui le précieux concours de son autorité.

2° Exposé du programme d'ensemble par M. P. Chevenard.

Parmi les industries de qualité dont la restauration, selon le vœu du Maréchal, assurera l'avenir de notre pays, la fabrication des appareils de mesure paraît devoir occuper une place privilégiée. Un bel instrument de précision est un objet d'art. Pour une faible quantité de matière, il intègre une forte proportion de science, d'ingéniosité, de travail fini. Nul autre produit ne semble plus conforme au génie, à la conscience professionnelle, au goût français.

Dans ce domaine la France a un beau passé. Nos constructeurs ont le sens des solutions élégantes, faites de simplicité et de précision. Quoi de plus simple, de plus achevé dans son principe que le galvanomètre Desprez-d'Arsonval? Plus près de nous, le micromètre pneumatique Mennesson-Solex est un chef-d'œuvre tellement simple dans sa perfection que chacun se reproche de ne l'avoir pas trouvé soi-même. Le Français excelle à éliminer les causes d'erreur, non par la superposition d'encombrants dispositifs auxiliaires, mais par la parfaite adaptation du principe. Il sait même tourner à son profit des effets perturbateurs, regardés par d'autres comme d'insurmontables difficultés. Tous ceux qui ont étudié l'amortissement de systèmes oscillants savent quel trouble cause la dissipation d'énergie par l'ébranlement du support, et M. Le Rolland base sur cet ébranlement le principe de ses pendules sympathiques.

Pour rendre ses appareils plus sensibles, plus précis, plus indifférents aux causes d'erreur, le physicien est à l'affût des substances pourvues de propriétés exceptionnelles. Les Français ont été des maîtres pour prospecter et créer de telles substances que G. Claude appelle des « monstres de la matière ». L'invar et l'élinvar ont été découverts en France par un Suisse, Français de cœur, Ch.-Ed. Guillaume; et ils ont été réalisés à Imphy, au centre de la France. Parmi les verriers, les Parra-Mantois, les Saint-Gobain ont doté l'optique d'une gamme étendue de verres où l'opticien trouve à volonté les indices, les biréfringences, les transparences qu'il désire. A l'origine des aimants puissants modernes et des alliages hypermagnétiques il est équitable de placer les travaux sur le magnétisme de notre compatriote P. Weiss. Même dans le domaine quantitatif, la France compte d'éclatants succès : le grand objectif de l'observatoire de Yerkes a été coulé par Saint-Gobain.

Comment se fait-il que notre pays, riche en savants, en inventeurs, en artisans habiles et consciencieux, se soit laissé distancer? Pourquoi tant de laboratoires, qui avaient besoin d'un galvanomètre sensible, fidèle, rapide, stable, l'ont-ils demandé à des constructeurs hollandais, anglais ou allemands? Les causes sont évidemment nombreuses et complexes.

Les constructeurs ont-ils fait tout l'effort nécessaire pour étudier leurs appareils dans les moindres détails et les rendre parfaitement adéquats aux besoins des physiciens et des industriels? Les utilisateurs, en achetant leurs appareils à l'étranger, n'ont-ils pas obéi à une sorte d'engouement xénophile, bien souvent injustifié? La question mérite d'être examinée.

C'est pourquoi la Société d'Encouragement a décidé de consacrer un cycle de conférences à la fabrication des appareils de mesure. Je remercie M. le Président Magne et M. G. Delage, Président du Comité des Arts économiques, d'avoir retenu cette suggestion et de m'avoir chargé d'organiser le cycle. Il vient de s'ouvrir par la brillante conférence de M. l'Ingénieur général Salmon : nous voici assurés de toute la bienveillance des Pouvoirs publics et nous venons de voir quel rôle la normalisation doit jouer dans la construction des appareils de mesure.

Le 28 novembre, le Dr von Borries parlera du microscope électronique. Le 12 décembre, « La construction des instruments et la géométrie des corps solides » seront la question exposée par M. Dunoyer, président de la Société française de Physique, professeur éminent et constructeur ingénieux. Un des maîtres de la pyrométrie, M. G. Ribaud, décrira l'évolution du pyromètre optique monochromatique. M. Escher-Desrivières montrera l'aide apportée au physicien par les nouveaux verres d'optique et les matières plastiques transparentes. M. Fourétier, maître de conférences à l'École des Mines, qui a étudié dans tous ses détails le perfectionnement du galvanomètre, nous exposera ses travaux. M. Lieubray, spécialiste du chauffage industriel, nous parlera des progrès de la régulation automatique de la chauffe. M. Albert Pérard, le distingué successeur de Ch.-Ed. Guillaume au Bureau international, nous initiera à des problèmes de haute métrologie. De mon côté, je me propose d'évoquer quelques souvenirs glanés au cours d'une carrière déjà longue de métallographe et de constructeur.

Depuis plusieurs années on parle beaucoup de l'union de la Science et de l'Industrie; peut-être eut-il mieux valu en parler moins et réaliser davantage. Les industriels ont-ils tous compris que : « L'Industrie est un corps dont la Science est l'âme », comme le proclamait Osmond en un vers de belle frappe. En période de prospérité, ne songent-ils pas surtout à satisfaire les besoins immédiats de leur clientèle en reléguant au second plan la préparation de l'avenir et, en période de crise, cette préparation, basée sur des recherches de laboratoire, ne leur paraît-elle pas une dépense d'une rémunération trop incertaine?

Pour progresser, l'Industrie doit s'appuyer sur des résultats de recherches, entreprendre des travaux de mise au point et, pour se maintenir, elle doit stabiliser ses fabrications par des essais de contrôle. Tout ceci implique des mesures, c'est-à-dire des appareils dont les qualités doivent varier selon les cas : un précisionniste ne doit pas prendre un cathétomètre là où suffit un pied à coulisse, mais il doit savoir, le cas échéant, utiliser un micromètre à interférences. Quand on réfléchit au nombre d'opérations industrielles qu'il vaut la peine de contrôler afin d'épargner de coûteuses déviations, on se persuade qu'il y a de quoi alimenter une industrie prospère d'appareils de mesure; mais il faut que ceux-ci apportent des renseignements quantitatifs et sûrs.

Puisse le mouvement d'idées, que nous espérons greffer sur ce cycle de conférences, aboutir à un résultat utile : persuader l'industriel qu'il est de son intérêt d'effectuer des mesures, inviter le constructeur à réaliser des appareils adaptés aux besoins de l'industrie, établir entre eux un contact qui leur rendra plus facile un pas l'un vers l'autre. Tel est notre but; nous vous remercions de nous aider à l'atteindre.

SÉANCE DU SAMEDI 28 NOVEMBRE 1942 (Conférence de M. le Docteur VON BORRIES).

Allocution de M. Magne.

La Société d'Encouragement a l'honneur de recevoir aujourd'hui le docteur von Borries, l'un des inventeurs du microscope électronique ou super-microscope, dont la création demeurera une date fondamentale dans l'histoire des progrès que notre connaissance de l'univers sensible doit au perfectionnement technique.

En invitant un auditoire français à faire plus ample connaissance avec cette belle réussite de la science allemande, notre Société se conforme tout d'abord à une tradition qui remonte à ses origines, c'est-à-dire à l'année 1801.

Cette tradition, ce sont les relations intellectuelles, c'est la conscience d'une solidarité économique européenne qui commença à se développer avec nos fondateurs, sous l'égide de Bonaparte, Premier Consul, et que vint renforcer le blocus continental. Depuis, notre Société a continué à jouer son rôle, au milieu de vicissitudes variées, sous des régimes politiques divers.

Mais l'organisation de cette conférence, heureuse initiative de la firme Siemens-France, vient, en même temps, coïncider avec le plus récent de nos projets : celui d'une participation active à l'Exposition du Génie technique européen. Le super-microscope est précisément inscrit au programme de cette manifestation comme l'un des objets devant figurer les étapes principales d'un déroulement historique où apparaîtront les apports successifs de nos pays au fonds de la culture commune.

Il y a un an, lors de l'inauguration de notre Exposition consacrée aux ressources et aux réalisations nouvelles de la Qualité française dans l'art et l'industrie, M. de Brinon a bien voulu dire que, plus qu'ailleurs, il se sentait chez nous dans l'esprit de la mission que lui avait confiée le Maréchal Pétain, Chef de l'Etat.

Aujourd'hui, je remercie tous ceux qui nous apportent par leur présence ici le témoignage que nos efforts continuent à trouver auprès des autorités et des milieux compétents une approbation précieuse.

Je salue M. de Valtier, représentant l'Ambassade d'Allemagne, M. Fortier, représentant S. E. M. de Brinon, Délégué général du Gouvernement français, ainsi que M. l'Ingénieur en chef Emery, représentant M. le Secrétaire d'Etat à la Production industrielle. Je suis très sensible à la présence parmi nous de nombreuses personnalités de la technique allemande, et à celle de membres des Départements ministériels, des Académies, Corps savants et grands organismes qui continuent à s'intéresser à nos travaux.

A l'hommage que nous rendons au savant éminent qu'est M. von Borries, nous associerons l'une des maisons industrielles les plus illustres d'Allemagne, la Société Siemens.

Unir dans un même témoignage la Science et l'Industrie est encore une des traditions de notre maison : car, si la Société d'Encouragement honore les noms de tant de ses membres, de Chaptal, Jean-Baptiste Dumas et Le Chatelier jusqu'à Louis Lumière et Georges Claude, qui ont jeté sur la Science française et européenne, depuis un siècle et demi, le plus vif éclat, elle n'est pas moins fière de grouper les grandes entreprises qui ont fait et maintiennent la qualité de l'Industrie française.

Je donne la parole à M. Lautissier, directeur général de la Société Siemens-France, qui veut bien procéder à la lecture du texte français de la conférence.

SÉANCE DU JEUDI 25 MARS 1943 (Conférence de M. P. CHEVENARD).

Allocution de Clôture par M. H. M. Magne.

Mesdames, Messieurs, Chers Collègues,

Notre cycle sur les Appareils de Mesure et de Contrôle est arrivé à son terme.

Je prie toutefois nos auditeurs de noter qu'une dernière conférence, en raison de difficultés matérielles qui ont empêché l'auteur d'être présent à Paris dans la période primitivement envisagée, aura lieu samedi 17 avril, à 16 heures. Elle sera faite par M. GIRSCHIG, ingénieur d'Etat des industries mécaniques, ingénieur des Arts et Manufactures, sous le titre : « L'outillage moderne pour l'Analyse spectro-chimique qualitative et quantitative des Alliages métalliques ». Je souhaite qu'à cette séance du 17 avril, qui ne fera pas l'objet d'invitations spéciales, tous ceux qui ont bien voulu suivre avec intérêt la série de ces exposés nous fassent encore l'honneur de se joindre à nous.

Sous la réserve de cette étude complémentaire, il semble que nous ayons pu envisager, dans un champ d'ailleurs très vaste, suffisamment de cas concrets pour qu'apparaisse justifiée l'initiative des organisateurs de ce cycle. Ils ont voulu, tout d'abord, rappeler aux industriels que partout le *contrôle* est *indispensable et rémunérateur*; ensuite montrer que le savant, l'industriel, l'ouvrier français sont *particulièrement aptes* à créer et à exécuter de tels appareils, pour lesquels on prend trop facilement l'habitude de s'adresser à l'étranger.

Cette initiative fut, avant tout, celle de M. Chevenard; c'est à lui et au Comité des Arts économiques, présidé par M. Delage, que doit aller notre gratitude pour le succès de ces conférences. C'est à lui aussi qu'il appartenait tout naturellement d'en tirer la leçon au cours de cette séance de clôture.

Je n'entreprendrai pas de vous rappeler les nombreux titres scientifiques qui le qualifient pour cela. Vous connaissez tous ses travaux métallographiques, aussi bien que son activité industrielle. Qu'il s'agisse de la création d'appareils, de l'étude des traitements thermiques, d'analyses des déformations mécaniques aux températures élevées ou de l'organisation scientifique des usines, M. Chevenard a apporté dans tous ces domaines sa marque, et cet esprit même qui a inspiré, chez nous, les efforts de qualité, et contribué au renom de notre industrie, aussi bien que de notre science.

Je ne veux pas retarder le moment où M. Chevenard va nous exposer les fruits de son expérience en matière d'appareils d'observation et de mesure. Nous avons bien des choses intéressantes à apprendre encore du créateur des dilatomètres différentiels, du thermomagnétomètre, de la micromachine, et de tant d'autres enregistreurs délicats et précis, connus à l'étranger comme en France.

Je veux seulement signaler qu'à côté du perfectionnement de l'outillage, le directeur scientifique de la Société Commentry-Fourchambault est un de ceux qui s'attachent à améliorer la qualité et la dignité du personnel, non pas uniquement en vue du rendement industriel immédiat, mais pour établir une véritable communion d'idées entre tous ceux qui participent à la vie d'une grande usine. L'« imprégnation scientifique », telle qu'il la conçoit, associe chacun à la tâche d'améliorer les produits et les procédés, comme à celle de maintenir les fabrications dans leur norme.

Ainsi il nous prouve que les moyens de *contrôle exact*, auxquels nous venons de consacrer ces conférences, conservent une signification en dehors du laboratoire et que, si l'erreur est largement humaine, la rigueur peut le devenir aussi.

COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

(Séance du 21 janvier 1943.)

Deux expositions artisanales.

Note par M. R. FÉAU, Membre correspondant.

Deux expositions ont été organisées à Paris au cours de l'automne et de l'hiver pour nous rendre compte de l'état actuel de l'activité artisanale : l'une, dans le cadre assez ingrat des bâtiments de la Foire de Paris, avait tenté de rassembler les *Artisans de Paris*, sans obtenir, semble-t-il, une adhésion unanime ; l'autre, au Pavillon de Marsan, nous proposait une *Sélection nationale*, avec un effort de présentation qui est une réussite.

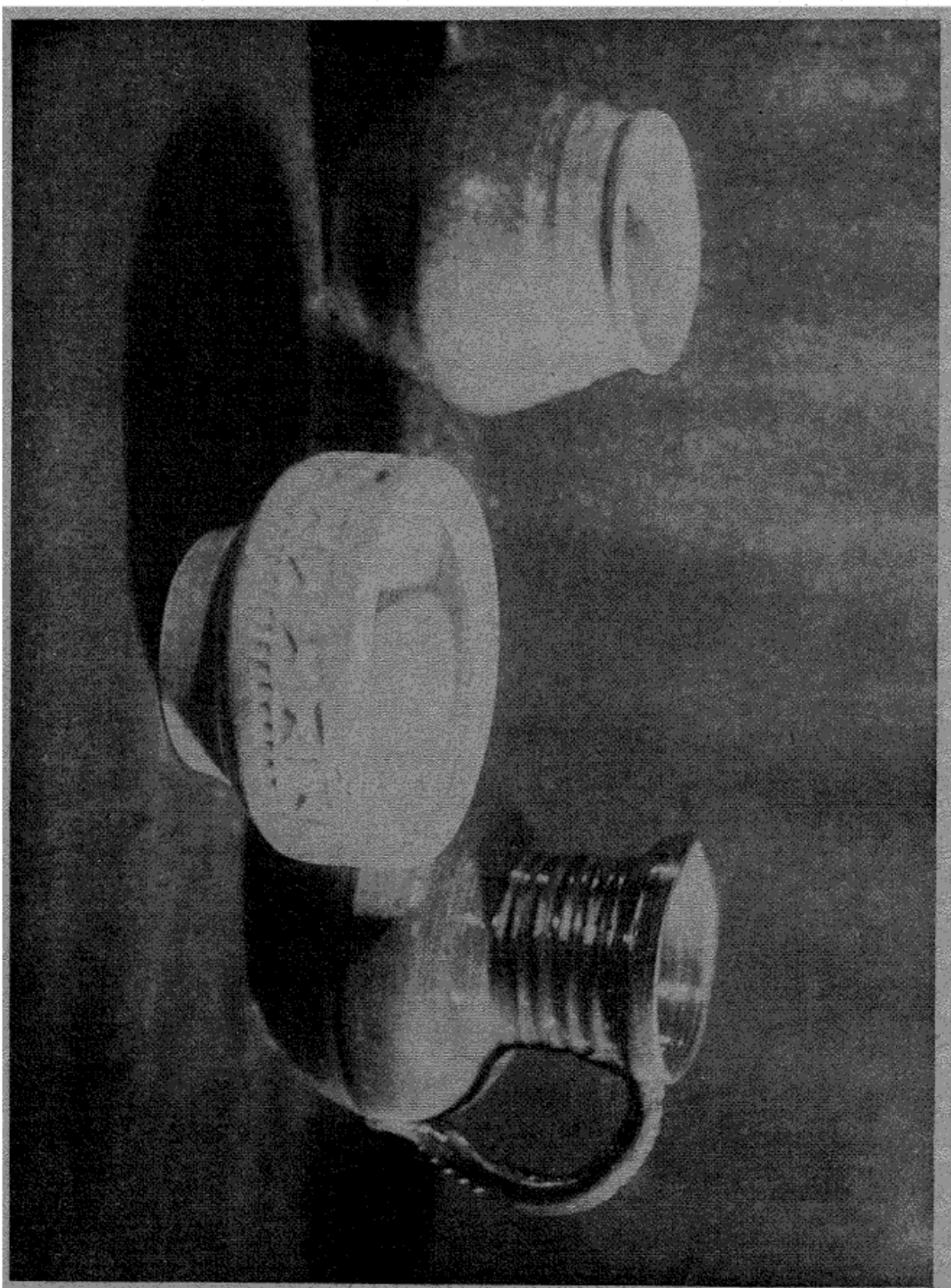
Venus individuellement ou dans le cadre d'un groupement professionnel, les meilleurs des exposants de la Porte de Versailles se retrouvèrent au Pavillon de Marsan, ainsi qu'il était logique. Relieurs, photographes, lingères, céramistes, orfèvres, bijoutiers, imprimeurs, bottiers, maroquinières, ébénistes, ont montré que, malgré les difficultés du moment, ils méritaient toujours la réputation dont ils sont justement fiers, et la première impression qui se dégage de leurs envois permet de leur attribuer une note de qualité.

Mais si la qualité de l'exécution était, dans les deux expositions, suffisamment homogène, de grandes réserves étaient à faire, principalement à la Porte de Versailles, sur la valeur artistique des modèles. Les artisans ne sont pas tous artistes et la connaissance parfaite d'une technique ne suffit pas toujours à donner des idées ni à mettre en garde contre les fautes de goût. Lorsque le maréchal Pétain, dans un de ses premiers messages, indiquait la restauration des industries de qualité comme un des facteurs essentiels de la résurrection française, il ne limitait pas sa pensée à la seule qualité matérielle, mais l'étendait à toutes les qualités d'ordre spirituel qui ont fait dans le passé le renom de notre pays. Aussi, dans la période critique que nous traversons, le premier devoir est-il de laisser de côté toute indulgence et d'écarter impitoyablement d'une exposition tout ce qui est de nature à jeter le doute sur les vertus qui nous restent. Il faut refuser sans faiblesse les meubles, chaises, objets divers dont la composition indigente à base de francisques et de portraits du Maréchal écrase sous le ridicule la touchante affirmation d'une loyauté qui n'est pas si commune. Il faut refuser les assiettes dont le fond s'orne d'un sujet *en relief*.

A tous les artisans dont la culture artistique est insuffisante s'impose une solution dont on a pu voir au Pavillon de Marsan les heureux résultats : se borner à exécuter de tout leur cœur les compositions d'artistes éprouvés. Les artisans Couillard et Dambrine ne se diminuent en rien à fabriquer les meubles conçus par Adnet et Lesage. Les nombreux tisserands qui travaillent pour Rodier donnent toute la mesure de leur science professionnelle ; et je pense qu'aucun artiste n'est aujourd'hui plus qualifié que Suzanne Pinault pour renouveler les modèles qu'exécutent les dentellières du Puy.

Certes, nombreux sont les artisans dont la maîtrise triomphe à la fois des difficultés de la création et de la réalisation. G. Cretté fait des reliures dans lesquelles les effets de répétition donnent un tour moderne à d'anciennes traditions ; un autre relieur, Hélène Dumas, remédie à la rareté du cuir par des plats de bois apparent ; les papiers décorés de Henchès peuvent être employés comme papiers de garde et offrir des ressources pour la couverture de reliures d'un prix modéré. Les imprimeurs Coquemer et Deniau fournissent chaque jour dans leurs casses de nouveaux aliments à leur imagination et à leur goût. Les tisserands Plasse-Le Caisne ont réalisé des étoffes aussi intéressantes que variées ; Lhuer continue à tisser d'une matière magnifique des robes dont la noblesse n'a pas souci de la mode, et Anne-Marie, de Saint-Brieuc, tricote pour les enfants des vêtements pleins de charme et de fantaisie. Il faut mentionner les émaux peints de Geneviève Martineau-Dausset, et les pierres dures gravées de Félicien Favrat. Line Vautrin emploie le meilleur moyen pour combattre ceux qui la pillent : c'est d'inventer toujours du nouveau. Si ses bijoux-fantaisie tendent vers une lourdeur en accord avec le goût actuel de la clientèle, de nouvelles restrictions sur les matières premières lui seront peut-être salutaires.

Les céramistes ont fait des envois d'une belle tenue. Jova réussit mieux les petites pièces que les grands morceaux ; et il est permis de trouver des lourdeurs dans les créations des « Quatre Potiers ». Mais les harmonies rose et noir de Pouchol ont du charme et on a pu admirer de nombreuses pièces de Lenoble et de Greber. Dordet, dont une très belle vitrine avait attiré l'attention



Poteries de M. Dordet réalisées au Laboratoire d'Art appliqué aux métiers du Conservatoire national des Arts et Métiers.

DEUX EXPOSITIONS ARTISANALES.

à la Porte de Versailles, a confirmé sa maîtrise au Pavillon de Marsan. Quelques pièces contestables de la première exposition ont été éliminées et cet artiste affirme des qualités bien françaises avec la sécurité de ses formes, la sensibilité dans le tournage, la qualité des glaçures et des émaux qu'il emploie. Il serait injuste de ne pas citer le beau meuble de Ménard et il faut déplorer que les tourneurs sur bois de Dinan n'aient exposé qu'un modeste aperçu de leurs travaux remarquables.

Une branche très intéressante de l'Artisanat est la construction de maquettes et de modèles réduits. Ici, l'imagination n'entre pas en jeu, mais l'interprétation intelligente et fidèle d'un plan doit s'allier à une telle maîtrise manuelle qu'il est bien rare de trouver ces qualités réunies chez un seul homme. Les artisans de cette spécialité sont de précieux auxiliaires pour les architectes, les décorateurs et les constructeurs de navires et d'avions. Les bateaux exposés au Pavillon de Marsan par Vitsoris, Osmont et Le Dœuff en rendent témoignage.

Afin de mettre l'accent sur la vocation artisanale de la France, le Musée des Arts et Traditions populaires a tenu à prendre part aux deux expositions. Aux Artisans de Paris, le centre du hall était occupé par une vitrine remplie de ces admirables outils d'autrefois dont chacun était une œuvre d'art : non pas un *objet d'art* inutile et encombrant, mais un bel outil d'ouvrier, fabriqué avec amour pour servir toute une vie et auquel toute une vie de travail a conféré une noblesse, un poli qu'aucune patine ni aucun traitement ne peut imiter. A la Sélection nationale, c'était toute l'histoire de La Borne, village de potiers au pays berrichon, qui nous était racontée. Lettres patentes et pièces d'archives témoignaient de l'antiquité des traditions et des familles de ce village où les artisans tournent de père en fils l'argile du pays et cuisent leurs pots dans les fours de leurs ancêtres. Ainsi, tout en portant le caractère de leur époque, des pièces centenaires peuvent-elles voisiner dans une même vitrine avec celles de la dernière fournée. Cet exemple de fidélité professionnelle est peut-être exceptionnel. Il n'en est que plus émouvant. Les révolutions et les guerres ont passé sur ce petit peuple sans le détourner de son travail. Il continue en temps de disette à tourner : pots à lait, pots à beurre, saloirs. C'est pour lui la meilleure manière d'affirmer sa confiance dans l'avenir et pour nous le gage que ces ustensiles retrouveront un jour leur utilité.

L'INDUSTRIE MODERNE DE L'HUILERIE TRAVAIL DES GRAINES OLÉAGINEUSES MÉTROPOLITAINES GRANDE INDUSTRIE ET INDUSTRIE RURALE ⁽¹⁾

par M. ÉMILE ANDRÉ,

*Directeur du Laboratoire de Chimie organique appliquée aux corps gras,
Institut national agronomique.*

Permettez-moi, en commençant le modeste exposé que je vais avoir l'honneur de présenter devant vous, de rappeler un souvenir d'enfance resté fidèlement gravé dans ma mémoire.

Lorsque j'avais 8 à 9 ans, je fréquentais, en qualité d'externe libre, le lycée de ma petite ville natale. Je m'y rendais deux fois par jour en suivant assez souvent le chemin des écoliers. Je m'attardais quelquefois à regarder, non sans y prendre un réel intérêt, un petit atelier qui méritait bien la désignation d'atelier artisanal, si en vogue à l'heure présente. Il s'agissait d'une petite huilerie, d'un moulin à huile, comme on disait à l'époque. Un vigoureux cheval, les yeux couverts d'un bandeau noir, faisait tourner à longueur de journée, une très grosse meule verticale, en granit du pays. Cette meule, dite meule valseuse, effectuait une suite ininterrompue de promenades circulaires sur une autre meule, horizontale celle-là, d'un diamètre un peu plus grand que le sien. Cette meule, ou meule dormante, était fixe et son pourtour était garni d'un rebord métallique. Sur le fond de la vaste cuvette ainsi constituée, était étalée une certaine quantité de graines de navette (ou de colza) que le passage de la meule valseuse écrasait à chaque révolution. La pâte de graines broyées, ramenée à chaque passage sous la meule avec une raclette, devenait de plus en plus fine à mesure que la lourde meule de granit lui faisait subir de plus nombreux écrasements. Lorsque l'ouvrier qui sur- et dirigeait le travail, estimait qu'elle était à point, il la transportait dans un petit cha- n de forme basse, à fond plat, doucement chauffé par un feu de bois. Bien agitée, le chauffage par un agitateur à hélice, la pâte répandait une odeur caractéristique de gr- es de crucifères chaudes, non désagréable, qui se répandait jusque dans la rue. A ce ac- se mélangeait comme un relent d'écurie qui rappelait que la force musculaire de al, considéré comme la plus noble conquête de l'homme, était l'animatrice de ce modeste atelier.

Lorsque la température de la pâte, que l'ouvrier appréciait à la main, paraissait convenable, la petite charge était pressée dans une presse à vis entièrement en métal, du modèle dit « à encliquetage », qui était manœuvrée à bras. Je revois encore le mince filet d'huile blonde qui s'en écoulait et qui était reçu dans un pot en terre vernissée, produit de la petite industrie locale.

Cette huile de premier jet, dite huile de froissage, était, lorsqu'elle provenait de graines de navette bien nettoyées et en bon état de conservation, directement comestible. Le résidu de cette première pression subissait une façon nouvelle; rebroyé sous la meule, bien malaxé sous sa lourde masse avec 12 à 15 p. 100 de son poids d'eau tiède, il fournissait à la pression une deuxième quantité d'huile, plus colorée que la première, assez trouble, qu'on soutirait après repos et décantation et qui était utilisée pour l'éclairage; elle était appelée « huile de rebat ».

Ces petits moulins à huile travaillaient à façon les graines apportées par les cultivateurs du voisinage. Leur nombre était grand parce que leur capacité de production était faible. Ils étaient les descendants directs des moulins à huile de l'antiquité, à cette différence essentielle près que la meule broyeuse n'était pas mue par des esclaves et que la presse, entièrement en métal aciéré, développait une plus grande force tout en exigeant une dépense moindre d'énergie musculaire.

(1) Conférence faite par l'auteur le samedi 15 mai 1943.

Telle était, sur la plus grande partie du territoire français, l'industrie de l'huilerie de graines vers 1885, c'est-à-dire il y a tout près de 60 ans. Cependant, l'industrie agricole huilière, avec ses nombreux petits ateliers éparpillés dans presque toutes les localités de quelque importance, était déjà sur son déclin. Le mouvement moderne de concentration des industries-clés, dans de grandes usines mues par la vapeur et travaillant avec des moyens puissants, était déjà en train de révolutionner l'économie générale des peuples.

Pour ce qui concerne l'huilerie, un facteur supplémentaire de grande importance allait accélérer et rendre plus profonde la transformation. La vapeur ne devait pas se contenter d'être la fée qui allait accroître les dimensions et la puissance des moulins à huile, elle devait aussi donner des jambes aux navires marchands. Les jours de la navigation à voile étaient comptés, vapeurs mixtes et cargos allaient pouvoir parcourir avec une vitesse accrue les mers et les océans et apporter dans les ports d'Europe, plus rapidement et à moindres frais, des chargements entiers de graines oléagineuses récoltées sous des climats beaucoup plus favorables à leur production que celui des pays tempérés.

Les arachides du Sénégal ont commencé d'arriver en France vers 1840; les premiers lots de noix de coco desséchées ou coprah ont fait leur apparition dans nos ports en 1855. Au début, ces matières premières ne fournissaient que des huiles à fabriques, puis, à mesure que les arrivages devinrent plus fréquents et plus réguliers, les techniciens de l'huilerie apprirent à retirer des arachides une huile comestible. Pour l'huile de coprah, il fallut attendre, pour qu'elle prenne réellement son essor, que de patients et persévérants efforts permettent de mettre au point son raffinage et cela ne se réalisa que vers les dernières années du précédent siècle. Actuellement, l'huile d'arachide et le beurre de coco ont conquis une telle place comme produits alimentaires et industriels, que les huiles extraites des oléagineux métropolitains ont progressivement disparu devant eux.

D'agricole qu'elle était, l'industrie huilière est devenue une industrie des grands centres urbains localisée dans un très petit nombre de ports.

Cette concentration industrielle a permis de réaliser d'importants progrès techniques. Deux grandes étapes peuvent être distinguées dans les perfectionnements successifs qui ont été apportés aux procédés d'extraction des huiles végétales de graines.

Une première période s'étend de 1860 à 1914. La seconde s'étend de 1900 à l'époque actuelle, chevauchant pendant une quinzaine d'années sur la précédente. Pendant la première période, les méthodes de travail restent calquées sur celles de l'industrie ancestrale des moulins à huile : broyage fin et pression opérés séparément et par deux fois; les perfectionnements sont des perfectionnements d'outillage.

Pendant la seconde période, au contraire, les méthodes elles-mêmes furent l'objet de modifications profondes entraînant un changement radical des appareils, à tel point qu'un industriel de l'huilerie, disparu depuis 1900, qui reviendrait dans son usine ne s'y reconnaîtrait plus.

Une différence fondamentale entre les grandes huileries industrielles modernes et les anciens moulins à huile, c'est que les premières travaillent sans interruption pendant toute l'année, tandis que les secondes travaillaient par « campagnes » d'une durée de 4 à 5 mois. Sans doute, la main-d'œuvre n'était pas spécialisée comme elle a pu l'être dans de grandes usines, par contre, le travail de transformation des produits de la terre pendant la période où la végétation et les travaux des champs restent en sommeil était le complément naturel, j'oserais même dire nécessaire, des champs de production. Il y avait là un harmonieux équilibre qui s'est trouvé rompu pour le plus grand dommage de l'économie rurale.

Pour travailler toute l'année, nuit et jour, car les grandes huileries tournent pendant 24 heures sur 24, avec seulement l'interruption normale du repos hebdomadaire, il faut disposer d'un approvisionnement important de matière première qui sert de volant pour alimenter régulièrement le travail des usines entre deux arrivages. La nécessité s'impose de nettoyer soigneusement les stocks de graines, dès leur arrivée, si l'on veut assurer leur bonne conservation. Les graines oléagineuses exotiques sont embarquées sèches dans les cales des navires, mais l'huilerie qui en fait la réception doit disposer d'un matériel de triage, de dépoudrage, voire même, dans certains cas, de brossage, qui doit pouvoir subir rapidement

les modifications nécessaires pour l'adapter à telle ou telle graine. Souvent, au moment de la mise en fabrication, un décortiquage s'impose et pour le pratiquer il faut, presque dans chaque cas, un matériel spécial.

Broyage. — C'est après le décortiquage qu'intervient le broyage précédé, lorsque les graines sont un peu volumineuses, d'un premier concassage. L'antique meule valseuse faisant sur la meule dormante des promenades circulaires ininterrompues se retrouve encore dans certaines huileries. Elle a été beaucoup améliorée. Ce n'est plus la meule valseuse qu'il faut dire mais les meules valseuses car elles marchent maintenant par paire. Deux meules verticales couplées au moyen d'un arbre métallique horizontal passant par leur centre roulent ensemble sur l'aire de la meule dormante, leur trajectoire est désaxée de 180° l'une par rapport à l'autre. Le travail d'écrasement fourni par ce système de meules se trouve doublé. La mise en mouvement est faite mécaniquement au moyen d'une courroie de transmission qui agit sur un engrenage placé soit à la partie supérieure de l'appareil, soit dans le socle, sous la meule dormante. Lorsqu'on opérait par le procédé des deux pressions successives, les meules valseuses ont longtemps conservé la préférence des techniciens pour le second broyage qui comportait le pétrissage de la pâte avec une petite quantité d'eau. L'écrasement sous les meules permet d'incorporer cette eau très uniformément et très intimement. Dans les quelques huileries françaises où l'on travaille les graines de ricin, on peut encore voir tourner des broyeurs à meules, mais presque partout ailleurs, ils ont cédé la place à des broyeurs à cylindres en fonte aciée; certains systèmes à cylindres superposés permettent d'opérer en cascade et de faire subir à la matière mise en œuvre jusqu'à quatre passages entre cylindres en une seule opération. Presque toujours, les cylindres couplés tournent à des vitesses différentes, de telle sorte que les graines sont, non seulement broyées, mais en même temps étirées si l'on peut dire.

Chauffoirs. — La pâte qui sort des broyeurs est portée à température convenable dans des chauffoirs qui sont des récipients cylindriques à double paroi en fonte

ou en tôle d'acier, chauffés par circulation de vapeur. La pâte est soumise à l'agitation mécanique jusqu'à ce qu'elle ait atteint la température convenable.

Pressage. — La presse hydraulique a été inventée en 1793, par un ingénieur anglais : Joseph Brahma, de Piccadilly, comté de Middlessex. Le principe en est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le rappeler ici.

La presse hydraulique a été pendant longtemps la reine incontestée des huileries. A notre époque, elle a dû partager sa royauté avec une nouvelle venue, la presse continue ou presse Anderson, mais elle conserve encore une place au moins égale à celle de sa rivale.

Très étudiée, perfectionnée dans ses moindres détails, la presse hydraulique a pris des formes variées; certaines sont simples, d'autres sont plus compliquées mais leur complication apporte avec elle de réels avantages.

Presses ouvertes.

a) *Presse marseillaise.* — Le modèle le plus simple dit presse marseillaise a longtemps été à peu près le seul usité dans les huileries de notre grand port méditerranéen.

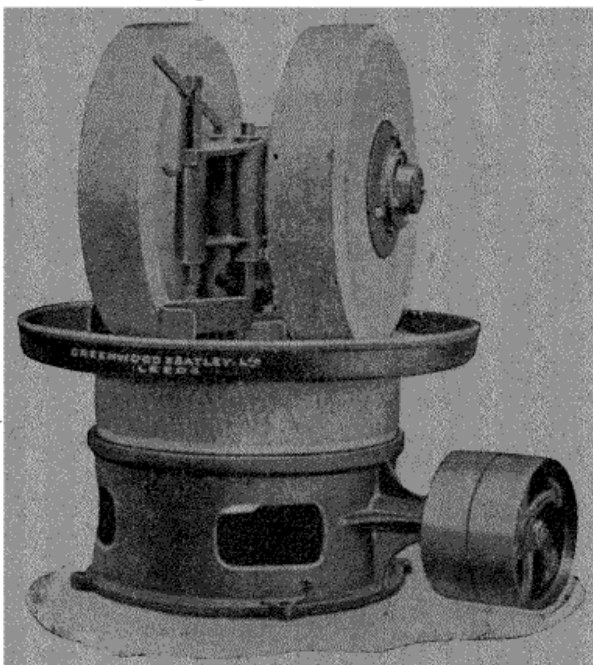


Fig. 1. — Broyeur à meules.

La matière bonne à presser est répartie dans des serviettes spéciales en forme de croix grecque désignées sous le nom de scourtins. Ils sont faits d'un tissu assez épais et très résistant; les meilleurs sont en poil de chèvre et en cheveux, on en fabrique aussi, plus économiquement, en poil de chèvre et en fibre de sisal (faussement dit aloès). Une certaine dose de pâte est répartie en l'étalant bien à plat sur le carré médian du scourtin, on rabat ensuite sur elle les quatre bras de la croix. Les charges sont étagées en les séparant les unes des autres par une plaque de tôle de quelques millimètres d'épaisseur. La colonne ainsi constituée est d'abord comprimée par une presse de faible puissance dite presse préparatoire et installée ensuite dans l'espace situé entre les quatre colonnes de la presse marseillaise qu'on appelle aussi finisseuse.

La simplicité de l'appareil, sa facilité de chargement et de déchargement sont compensées par quelques défauts : grande usure de scourtins, qui sont très coûteux, écoulement lent et imparfait de l'huile qui ne peut s'échapper que par les bords du tourteau, ce qui ralentit le travail et oblige finalement à couper la partie périphérique à une assez grande distance du bord pour remettre en circuit de travail cette partie restée riche en huile.

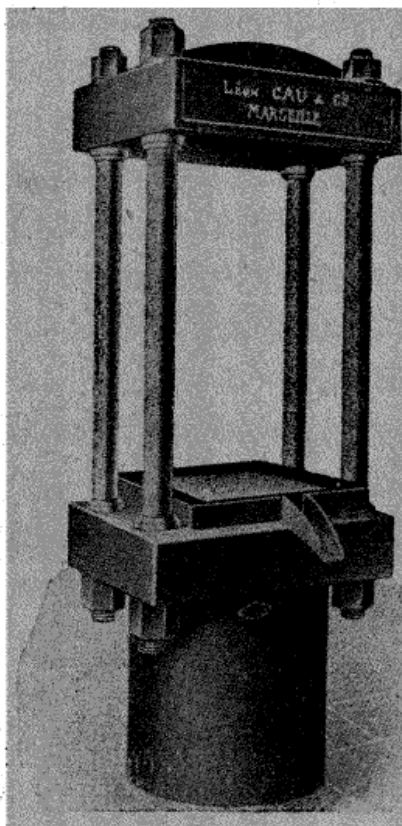


Fig. 2. — Presse marseillaise.

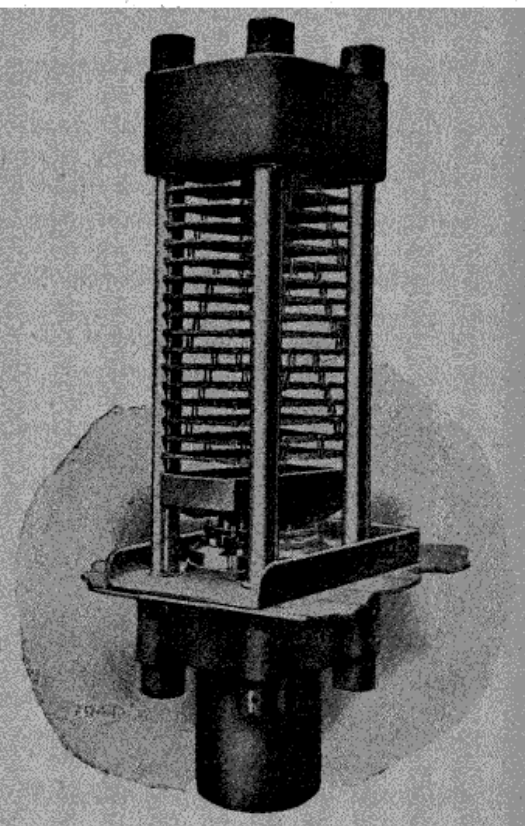


Fig. 3. — Presse à étages.

b) *Presse à étages ou presse anglo-américaine.* — Des modèles de presses ouvertes plus perfectionnées que la presse marseillaise portent le nom de presses à étages ou presses anglo-américaines; un peu partout elles tendent à remplacer les presses marseillaises. En général, elles sont plus fortement construites que ces dernières, l'espace libre entre les colonnes est occupé par une série de plateaux étagés, en acier, fixés à glissière le long des colonnes et accrochés les uns aux autres par un système d'anneaux.

La presse à étages ne permet pas l'emploi de la presse préparatoire; celle-ci est remplacée par une machine à mouler dans laquelle chaque dose de pâte se trouve comprimée, moulée et mise en scourtins avant d'être introduite entre deux des plateaux de la presse.

Les presses à étages ont été construites en premier lieu aux États-Unis vers 1880. Elles ont été spécialement étudiées pour le travail des graines de coton; elles permettent l'usage de pressions plus élevées que les presses marseillaises; d'autre part, il est possible de faciliter l'écoulement de l'huile en employant des plateaux constitués par deux épaisseurs de petits barreaux en forme de rails associés en chicane; c'est ce qu'on appelle des plaques de drainage; enfin, si les plateaux sont munis d'un léger rebord, les scourtins peuvent être très simplifiés en employant à leur place une simple bande de tissu en fibre de sisal qui recouvre la face supérieure et la face inférieure du tourteau, mais laisse non garnis trois des côtés de l'épaisseur sur quatre.

En résumé : pression plus élevée, écoulement meilleur de l'huile, dépense moindre de scourtins, tels sont les avantages des presses à plateaux. Par contre, le chargement et le déchargement de l'appareil sont sensiblement moins rapides.

Presses fermées ou presses à cages.

Ce sont les plus puissantes. La matière à presser est enfermée dans une cage très robuste faite de barreaux d'acier étiré en forme de lames à section trapézoïdale portant de fines dentelures sur une de leurs arêtes de base. Ces barreaux sont montés de façon à former une cage cylindrique, leur base la plus large étant orientée vers l'intérieur. On les associe de manière à ce que l'arête de base dentelée de chacun d'eux se trouve au contact de l'arête lisse du barreau voisin; de la sorte, chaque rainure entre barreaux porte un grand nombre de très petites ouvertures. D'espace en espace de très forts anneaux à charnière ou frettes enserrant la cage, assurant sa solidité. Un fort cylindre d'acier d'un diamètre à peine inférieur à celui de la cage, fait corps avec le large piston de pompe hydraulique qui constitue la partie inférieure de la presse. Il pénètre dans la cage par le bas; un autre cylindre amovible peut être amené sous le sommier inférieur de la presse où il est fixé par un système à rainures; les colonnes qui supportent le tout sont très fortes, le sommier est fixé à elles par de très gros boulons.

Les cages sont amovibles, transportables et interchangeables. On dispose généralement de deux cages par presse, l'une est en déchargement ou rechargement pendant que l'autre est en travail. La matière à presser est disposée en galettes superposées, séparées les unes des autres par un disque en acier peu épais. Entre la face supérieure et inférieure de chaque disque de métal et la matière à presser, on interpose un disque en gros tissu poreux fait de fibres de sisal; il porte le nom d'étreindelle et remplace les scourtins.

Les pressions que l'on peut faire agir sans risque de rupture sont excessivement élevées, on parle couramment de 300 atmosphères, voire même de 600 et 700? Une seule pression donnée progressivement sur une matière finement broyée et portée à température convenable permet d'obtenir des tourteaux qui ne retiennent, dit-on, pas plus de 6 p. 100 d'huile. Les tourteaux sont de forme cylindrique plate (galette), ce qui rend plus difficile le décolletage des bords et ne permet pas une bonne utilisation de la surface de charge des wagons lorsqu'on les expédie au loin.

On construit aujourd'hui des cages cylindriques dans lesquelles on utilise seulement une partie parallépipédique inscrite dans l'espace intérieur du cylindre, de manière à obtenir des tourteaux carrés ou rectangulaires. Le cadre restreint de cet exposé ne nous permet pas de décrire en détail la construction des cages qui permettent d'obtenir ce résultat.

Presse à étages et presse à cage ont chacune leurs avantages et les techniciens de l'huilerie préfèrent, tantôt les unes, tantôt les autres, suivant qu'il s'agit de travailler telle ou telle

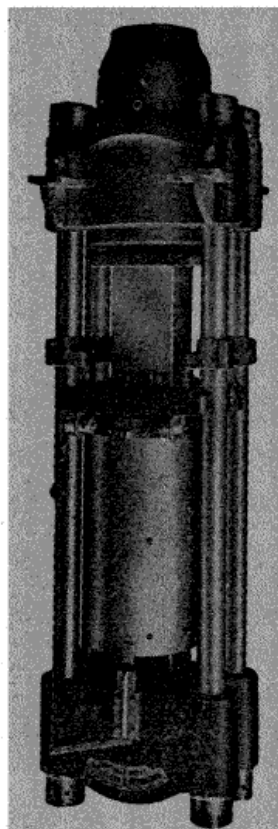


Fig. 4. — Presse à cage.

matière première. Pour les graines relativement peu riches (au-dessous de 40 p. 100), fournissant un tourteau très compact dont le manque de porosité fait obstacle à l'écoulement de l'huile, on doit employer de préférence les presses à étages, telles sont : les graines de lin, de colza ou de coton. Au contraire, les presses à cage représentent l'appareil le mieux approprié au travail du coprah qui contient de 58 à 65 p. 100 d'huile et dont le tourteau est plutôt spongieux. Lorsque les coprahs sont de belle qualité, on parvient facilement à obtenir, après une seule pression, des tourteaux très blancs qui ne contiennent que très peu d'huile, 6 à 7 p. 100; on a même obtenu, dit-on, des tourteaux à 5 p. 100 d'huile.

Presse continue ou presse Anderson.

Malgré tous les perfectionnements qu'elle a reçus, la presse hydraulique n'a pu conserver entièrement son ancienne royauté dans les grandes huileries modernes. Une nouvelle venue, la presse Anderson ou presse continue, a réussi, depuis une trentaine d'années, à conquérir à côté d'elle une place importante qui deviendra probablement prépondérante.

La presse continue travaille d'après un principe différent de celui de la presse hydraulique. Elle fut imaginée vers 1900 par un ingénieur américain, Valérius D. Anderson, de Cleveland.

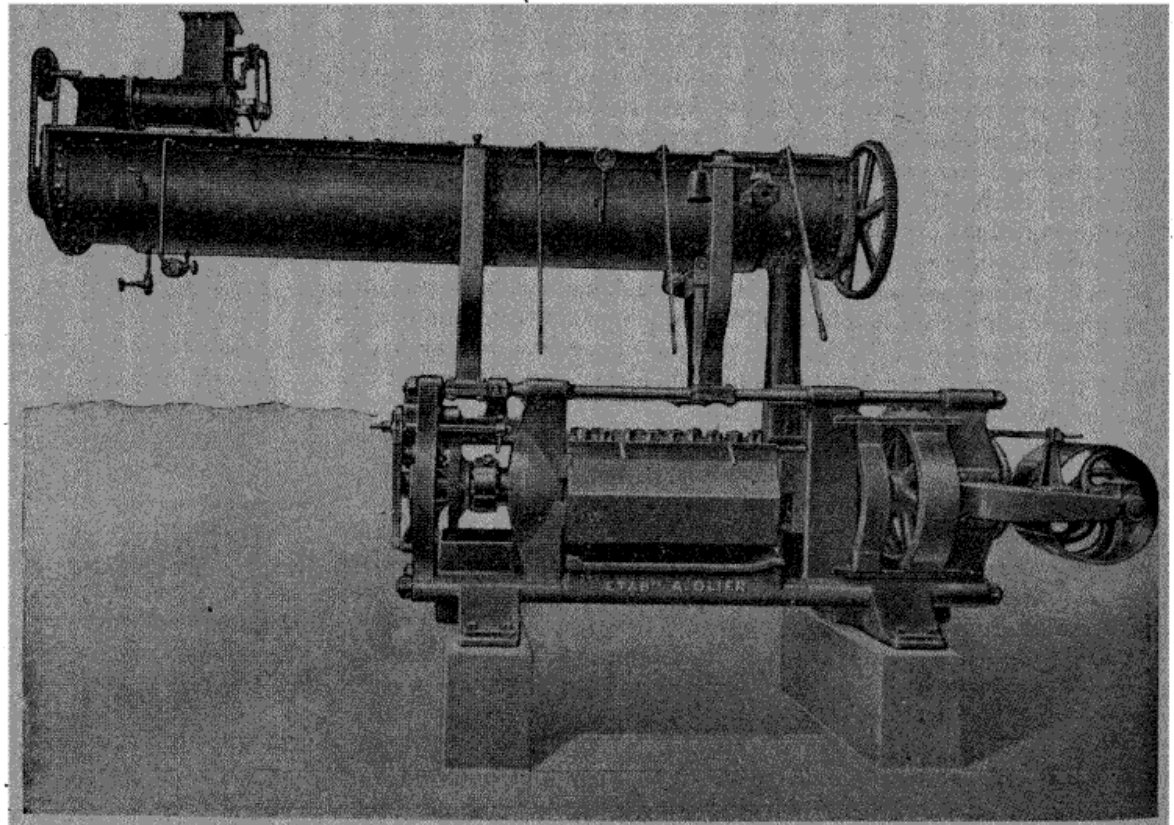


Fig. 5. — Presse continue ou Presse Anderson.

Cette presse n'a fait son apparition dans les huileries d'Europe que depuis une trentaine d'années; elle avait déjà conquis la faveur des techniciens américains qui l'adoptèrent, dès son apparition, pour le travail des graines de coton. En Amérique, on l'appelle « Expeller » (expulseur), en Europe on l'appelle « tordoir » (nom déposé par une firme hollandaise), presse à torsion, presse continue ou presse Anderson.

Le principe en est très simple. Qu'on imagine un de ces petits hachoirs universels que l'on pouvait acheter, il y a encore peu de temps, chez tous les quincailliers, voire même dans les bazars. La publicité bien américaine qui a été faite pour ce petit appareil l'a fait connaître

universellement. En faisant tourner une manivelle, une ménagère peut y hacher rapidement pain, viande, légumes, etc. La presse continue d'Anderson est, aux dimensions, à la puissance, et à diverses particularités de construction près, un appareil du même genre.

Supposons qu'on introduise dans un de ces hachoirs de grandes dimensions, construits en matériaux très résistants, non pas une substance alimentaire, mais des graines de lin par exemple. Si à la sortie de l'appareil on dispose d'un cône en acier très dur qui l'obture presque complètement en ne laissant, pour l'expulsion de la matière broyée, qu'une lumière circulaire étroite, les graines broyées par le mouvement de la vis sans fin seront poussées contre le cône de fermeture. La force qu'il faudra dépenser pour les expulser sera d'autant plus considérable que la lumière circulaire par où elles pourront s'échapper sera plus étroite. Elles se trouveront du même coup broyées et pressées. Si l'enveloppe cylindrique à barreaux horizontale, garnie de frettes, dans laquelle broyage et pression s'opèrent, est perforée de petits orifices, l'huile contenue dans les graines pourra s'écouler tandis que la farine finement broyée et privée de presque toute son huile sera chassée par l'orifice circulaire de sortie.

Le principe d'après lequel fonctionne l'appareil est simple, mais sa mise au point a été longue et laborieuse. En France, deux importantes entreprises de constructions mécaniques construisent chacune un modèle de presse continue. La figure schématique qui vous est projetée est suffisamment claire et explicite pour nous dispenser de donner une description plus détaillée.

L'appareil comporte un chauffoir simple ou double, qui fait corps avec lui. Les graines de petites dimensions sont travaillées sans broyage préalable, celles qui sont plus grosses doivent subir un simple concassage. Une fois mise en marche, la presse continue peut fonctionner automatiquement et sans arrêt pendant plusieurs jours de suite. La main-d'œuvre est réduite à une simple surveillance. Le résidu de pression est évacué sous forme d'une lame circulaire mince qui s'incurve sous la poussée et se divise d'elle-même en fragments peu volumineux affectant la forme d'écailles, celles-ci tombant directement et automatiquement dans le récipient destiné à les recevoir. La cage cylindrique dans laquelle s'opère le broyage et la pression est construite de la même façon que celle des presses hydrauliques à cage.

Tous ceux qui ont pu voir fonctionner la presse continue ne peuvent pas, même s'ils ne sont qu'imparfaitement initiés aux méthodes de travail de l'industrie huilière, ne pas être frappés par les importants avantages qu'elle présente vis-à-vis des presses hydrauliques : suppression des broyeur, des chauffoirs, des pompes et des accumulateurs d'eau sous pression, des canalisations d'eau compressée et des presses hydrauliques, tout matériel qui doit être extraordinairement résistant et dont l'entretien très coûteux est une cause d'ennuis incessants. Chargement et déchargement automatiques, travail continu, main-d'œuvre très réduite, ce sont là des perfectionnements de grande valeur apportés au procédé ancien. Le tourteau obtenu peut ne contenir que très peu d'huile, 5 à 6 p. 100, mais alors la marche de la presse se trouve ralentie et une quantité appréciable de l'énergie dépensée se trouve transformée en chaleur. Les écailles de tourteau sortent très chaudes et l'on est obligé parfois de refroidir par une circulation d'eau l'arbre tournant qui porte la vis sans fin assurant broyage et pression.

On peut cependant faire quelques autres reproches à la presse continue :

1° Sa mise en marche et son réglage sont assez délicats et le fonctionnement intermittent entraîne à chaque reprise une perte de temps de deux à trois heures pour retrouver le réglage, d'où nécessité du travail de nuit.

2° L'huile qui s'écoule contient une proportion élevée de débris végétaux ; la filtration est lente et difficile, les serviettes en couil des filtres-presses s'encrassent avec une grande rapidité.

3° Enfin le tourteau est très abîmé, il ne peut être expédié en vrac, et la dépense pour l'expédier en sacs est élevée.

La presse continue s'est fait cependant en France une place importante depuis les vingt dernières années et l'on compte que le nombre de ces presses qui tournaient avant 1939 était compris entre 150 et 200 ; les presses hydrauliques et plus particulièrement les presses à cage ont pu supporter très honorablement la concurrence de leur jeune rivale.

Méthode d'épuisement par les dissolvants.

La pression, aussi élevée soit-elle, est impuissante à extraire toute l'huile contenue dans des graines oléagineuses, même si elles ont été très finement broyées. Lorsque les tourteaux peuvent être utilisés comme aliments du bétail, la petite quantité de corps gras qu'ils contiennent encore conserve une valeur, bien qu'elle subisse rapidement des altérations profondes, mais si le tourteau doit être utilisé comme engrais, l'huile restante retarde la transformation en humus et doit être considérée comme nuisible.

L'idée d'extraire cette huile par un dissolvant pour l'utiliser comme huile à fabrique n'est pas nouvelle.

*Historique.**Les dissolvants utilisables.*

En 1833, un ingénieur parisien E. DEISS prit un brevet pour un nouveau procédé d'extraction du suif d'os au moyen du sulfure de carbone. L'année suivante, le demandeur prenait une addition à son brevet par laquelle il revendiquait l'application du même procédé au travail des graines oléagineuses.

Deiss n'appliqua jamais sa méthode aux graines oléagineuses, mais il monta à Marseille l'extraction par le CS_2 de l'huile contenue dans le résidu de pression des olives ou grignons d'olives, matière qui contient encore 12 p. 100 d'huile. Le procédé exigeant l'emploi de quantités importantes de sulfure de carbone, Deiss installa à Marseille la fabrication en grand de ce dissolvant. C'est par hasard qu'il avait été découvert en 1796 par un chimiste allemand, Lampadius, qui l'avait obtenu en distillant des tourbes pyriteuses. En 1856, on savait le préparer par action du soufre sur du coke chauffé au rouge. Deiss imagina un appareil nouveau pour pratiquer en grand cette réaction. L'industrie de la fabrication du sulfure de carbone devint rapidement prospère à Marseille. *En 1863, cette nouvelle industrie fit l'objet d'une étude dans le Bulletin de la Société d'Encouragement.* Dans divers ouvrages techniques étrangers, on indique que Deiss avait également envisagé l'emploi d'autres solvants volatils. On cite notamment l'éther ordinaire, le chloroforme, l'essence de pétrole, mais Deiss n'utilisa jamais que le sulfure de carbone qui, à l'époque, se trouvait être le seul solvant facile à préparer et d'un prix de revient abordable.

Son emploi présente cependant des inconvénients graves : 1° ses vapeurs sont dangereuses à respirer; 2° il fait courir de grands dangers d'explosion et d'incendie; 3° il est toujours souillé d'impuretés malodorantes qui sont presque impossibles à éliminer et qui sont retenues par les huiles extraites par son intermédiaire.

Les espoirs que Deiss avait fondés sur le développement de son procédé ne se réalisèrent que partiellement. Une industrie nouvelle en sortit, l'industrie des huiles au sulfure qui engendra une profession nouvelle, celle des « sulfureurs » comme on les appelle à Marseille. Ils traitent divers déchets pour en retirer des huiles très colorées, malodorantes, dont l'industrie de la savonnerie sait tirer parti. C'est surtout pour le traitement des grignons d'olives que le procédé a vraiment réussi; il a permis de supprimer l'industrie malpropre et peu rémunératrice des moulins de ressource qui fournissait, avec un très faible rendement, des huiles de qualité très inférieure. En Italie, terre des oliviers et du soufre, le procédé prit un grand développement, surtout dans les Pouilles; Bari devint vers 1875 un centre important de production d'huiles au sulfure et de fabrication du CS_2 . A Marseille, les « sulfureurs » existent toujours, ils fabriquent du suif d'os, épuisent les tourteaux de ricin, des tourteaux de colza du Danube importés de Roumanie et d'autres produits de déchet.

Le procédé de Deiss devait rebondir 50 ans après son invention, lorsque fut mise au point la fabrication industrielle de divers solvants chlorés obtenus en partant du chlore et de l'acétylène. L'un d'eux, le trichloréthylène, $\text{CHCl} = \text{CCl}_2$, s'est de suite classé au premier rang; il est facile à préparer et peut être obtenu très pur à un prix de revient abordable. Il est ininflammable et ses propriétés dissolvantes permettent d'obtenir des huiles moins impures que les huiles au sulfure.

Un chimiste allemand, Fischer, le découvrit en 1864, en réduisant l'hexachlorohexane (chlorure de Julin). En 1869, deux chimistes français, Berthelot et Jungfleisch, l'obtinrent en décomposant, à température modérée, le tétrachlorure d'acétylène obtenu lui-même en combinant le chlore avec l'acétylène en présence de pentachlorure d'antimoine. L'application industrielle de cette réaction fit l'objet en 1903 d'un brevet pris par une firme allemande de Nuremberg. La fabrication en grand du trichloréthylène à l'état pur est aujourd'hui bien au point et l'usage de ce solvant s'est rapidement répandu dans diverses industries.

Rappelons que c'est grâce à l'invention du four électrique par Moissan que le carbure de calcium a pu être obtenu facilement; c'est grâce à lui que l'acétylène a pu sortir du laboratoire pour devenir un produit de la vie courante.

Le trichloréthylène, solvant aujourd'hui usuel, est dû aux découvertes de trois savants français : Berthelot, Jungfleisch et Moissan.

Malgré tous ses avantages, ce n'est pas lui qui est devenu le solvant de choix de l'industrie huilière; ses propriétés dissolvantes sont trop étendues. En même temps que les lipides, il dissout des matières colorantes et des substances résineuses. S'il convient pour l'épuisement des matières pauvres dont on tire des huiles à fabrique (grignons d'olives, pépins de raisin, tourteaux), pour les huiles alimentaires on lui préfère l'essence légère de pétrole. Sans doute ce dissolvant est inflammable, mais on sait construire aujourd'hui des appareils dont l'étanchéité est parfaite. L'essence de pétrole offre d'ailleurs moins de dangers d'explosion et d'incendie que le sulfure de carbone.

On emploie l'essence légère dite « aviation » ou essence D, passant à la distillation entre 60 et 80°, voire même 65 et 75°. Les parties les plus volatiles, c'est-à-dire les plus inflammables, en sont éliminées, d'autre part les parties passant en dessus de 80° contiennent très souvent des substances d'odeur désagréable qui sont retenues par les huiles et contribuent à en abaisser la qualité.

L'essence D est de tous les solvants utilisés par l'industrie huilière celui dont les propriétés dissolvantes sont les plus sélectives. Elle dissout bien les lipides et dissout fort peu les autres substances (matières colorantes, matières résineuses, etc.). L'invention du moteur à explosion qui a fait du xx^e siècle le siècle du pétrole, a permis de mettre à la disposition de diverses industries, à un prix modéré, un solvant dont Deiss avait prévu et proposé l'emploi, mais qui, en 1836, n'arrivait pas à son heure.

Dans les circonstances présentes, il ne semble guère indiqué de vanter les avantages d'un dissolvant dont nos industries sont totalement privées; mais le trichloréthylène nous reste, nos industries électro-chimiques peuvent le fabriquer sans rien importer et peut-être, la nécessité aidant, sera-t-il possible d'atténuer ses quelques défauts.

Les appareils.

Les appareils qui permettent d'appliquer la méthode d'extraction comportent : 1° des extracteurs (ou digesteurs ou diffuseurs, on leur donne tous ces noms) dans lesquels s'opère l'épuisement de la matière à traiter. En général, ils sont associés par batteries de trois et l'on opère par enrichissement méthodique. Le solvant neuf vient au contact de la matière presque épuisée, il passe en dernier lieu sur une matière capable de lui céder une grande quantité de substances solubles; 2° des distillateurs où la solution huileuse est privée de son dissolvant par distillation. Il est indispensable de disposer de réfrigérants à grande puissance pour éviter les pertes par défaut de condensation. En fin d'opération, l'entraînement des derniers restes d'essence, retenus par l'huile extraite, ne peut être assuré qu'en faisant passer un courant de vapeur surchauffé et en s'aidant d'une diminution de pression poussée le plus loin possible, d'où nouvelle machinerie constituée par des pompes à vide ou éjecteurs à vide. Ces derniers appareils sont peu coûteux, mais ils ont le grave tort de dépenser des quantités considérables de vapeur.

Enfin, il arrive souvent que l'huile se met à mousser et que la mousse qui s'engage dans la tuyauterie est entraînée jusque dans les réfrigérants. Le solvant récupéré se trouve alors souillé d'huile.

Mais le problème technique le plus délicat consiste dans la récupération du dissolvant

qui imprègne la masse de substance épuisée; c'est là que les techniciens ont rencontré les difficultés les plus sérieuses, celles dont la solution restée longtemps imparfaite a beaucoup retardé la mise au point définitive du procédé.

Les premiers digesteurs étaient fixes et munis d'agitateurs à hélice intérieurs. En fin d'opération, on fait circuler dans la masse un courant de vapeur qui entraîne les derniers restes de solvant, ce résultat est grandement facilité par le brassage lent au moyen de l'agitateur.

Actuellement, on emploie beaucoup ce qu'on appelle les digesteurs tournants. Ils ont la forme d'un cylindre horizontal et peuvent être chauffés par double enveloppe à circulation de vapeur et par un système de serpentins intérieurs. Les modèles les plus grands ont une capacité de 10 mètres cubes.

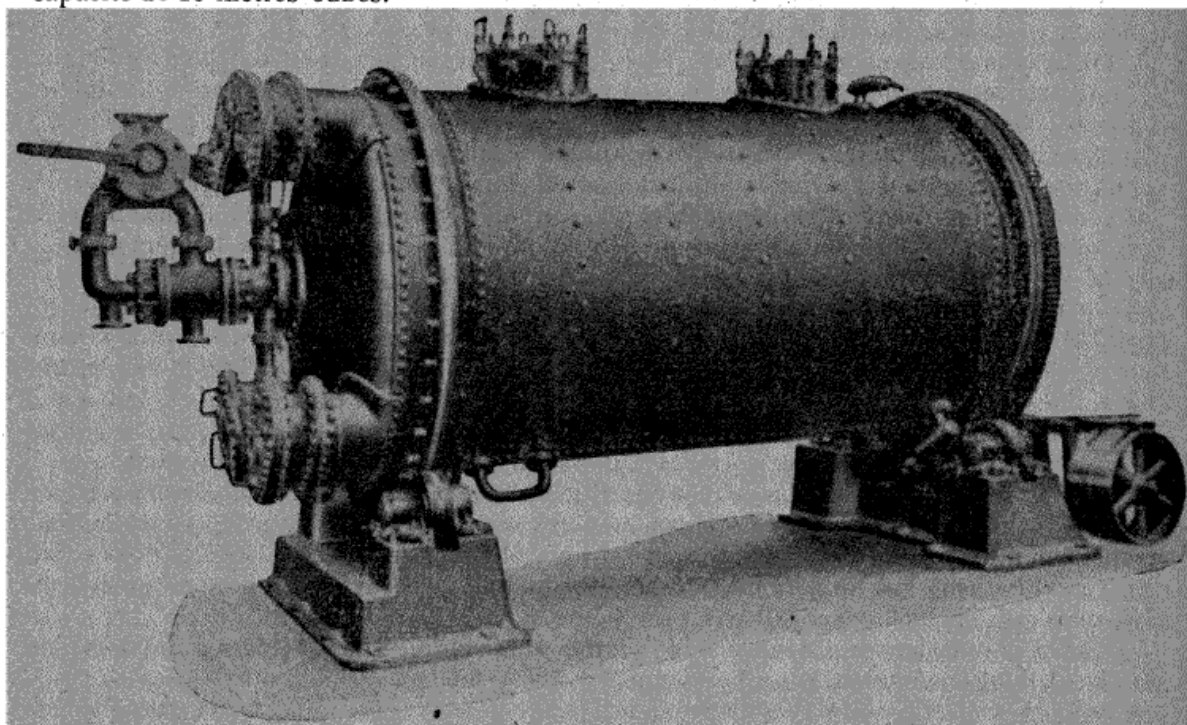


Fig. 6. — Digesteur tournant.

Ils peuvent être animés d'un mouvement de rotation lente autour de leur axe, ce qui permet d'assurer un meilleur contact entre le solvant et la matière à épuiser; mais le mélange, la digestion une fois assurée, s'opère au repos pour permettre au liquide de se décanter avant soutirage.

Pendant la distillation du solvant retenu dans la masse épuisée, et pendant la chasse finale par passage d'un courant de vapeur surchauffée pratiqué sous vide, le brassage opéré en mettant le digesteur en mouvement permet une récupération très complète. Le tourteau reste parfaitement sec, et peut être déchargé par basculage dans une trémie de déchargement, cette trémie est située exactement au-dessous du digesteur.

En fin d'opération, les vapeurs à récupérer sont très diluées dans la vapeur et les réfrigérants n'arrivent pas à les condenser; elles s'échapperaient dans l'atmosphère si l'on ne prenait pas soin d'interposer avant leur sortie une colonne remplie d'anneaux de Reschig en haut de laquelle on fait arriver de l'huile minérale fluide sous forme de pluie fine, les vapeurs incondensables arrivent par le bas de ladite colonne et la traversent à contre-courant; elles sont fixées par l'huile minérale pendant leur trajet.

Actuellement, on travaille les graines oléagineuses courantes (surtout arachides) en deux temps. Le premier temps consiste en un passage dans la presse à vis marchant à allure rapide, ce qui permet d'assurer un premier dégrossissage. Le produit qui s'échappe de la

presse dégrossisseuse contient encore 20 à 22 p. 100 d'huile; il est broyé juste à point pour être envoyé aussitôt dans le digesteur d'où il ressort sec et épuisé, c'est-à-dire ne contenant plus que 1 à 1,5 p. 100 d'huile.

L'extraction pourrait bien être poussée à son terme extrême, mais cette dernière et très petite récupération ne serait pas payante.

La mise au point définitive de la méthode par extraction a été longue et difficile, le gros écueil a longtemps été la perte de dissolvant qui, au début, se chiffrait par une quantité telle que beaucoup d'industriels restaient sceptiques sur l'avenir de la méthode. D'étape en étape, les pertes ont été ramenées à un taux très faible, 1 kilo de solvant pour 100 kilos de matière traitée. Ce résultat n'a été atteint qu'à la suite de diverses additions aux appareils qui sont devenus compliqués et coûteux. D'autre part, la dépense de vapeur est importante par suite de la nécessité d'opérer la chasse des derniers restes de solvant sous vide. A l'actif du procédé, il faut enregistrer un rendement beaucoup plus élevé en huile, en outre, la qualité de l'huile est meilleure, l'huile de pression et l'huile d'extraction ne présentant aucune différence sensible. Ajoutons enfin que le tourteau est obtenu très propre, très sec et que dans plusieurs cas (arachide, sésame et surtout soleil), il est possible de l'anoblir et d'en tirer des farines qui peuvent devenir des produits alimentaires pour l'homme.

Tel est, rapidement esquissé, l'état actuel de la technique de l'industrie huilière.

Je n'ignore pas combien ce résumé est imparfait. Il comporte d'importantes lacunes, j'ai dû passer sous silence les perfectionnements en cours de réalisation du procédé par dissolution, c'est-à-dire les extracteurs à marche continue; j'ai laissé également dans l'ombre l'industrie du raffinage des corps gras.

* * *

Revenons aux anciens moulins à huile éparpillés sur tout notre territoire. Que sont-ils devenus après la création et le développement des grandes huileries modernes qu'on appelle, en généralisant un peu trop, les huileries portuaires? La révolution technique dans les méthodes de travail des grandes huileries, la puissance des moyens qu'elles mettent en œuvre, les énormes tonnages de matières premières exotiques triturées chaque année par elles, avaient réduit à bien peu la contribution qu'apportaient à notre ravitaillement en huiles végétales les oléagineux métropolitains et les huileries qu'on pourrait appeler agricoles.

A la mobilisation, les conditions économiques du temps de guerre posèrent brusquement la question de notre ravitaillement, au moins partiel, en oléagineux de production métropolitaine.

Sans exagération aucune, on peut dire qu'il a fallu partir presque de zéro. Heureusement, ce fut par degrés que nous avons été acheminés vers la disparition totale des arrivages d'huile d'olive et de graines d'arachides de notre empire colonial africain. Cette circonstance aura permis à la période des tâtonnements inévitables qui a porté sur les années 1941-1942 de n'être point trop cruellement ressentie par la population française. Pour l'année 1943, on peut escompter une récolte de graines oléagineuses sinon suffisante pour assurer nos besoins normaux, du moins assez importante pour pallier les dangers d'une disette totale.

Produire des graines oléagineuses est la première condition; la question technique de la fabrication de l'huile vient aussitôt après. Comment peut-elle être résolue? On ne peut songer à expédier dans les huileries de nos grands ports les graines de la récolte métropolitaine pour qu'elles y soient triturées; nos ressources en matériel ferroviaire ne le permettraient pas, surtout si l'on tient compte que les tourteaux doivent être rendus aux producteurs pour assurer l'alimentation de leur bétail.

Quels moyens nous offrent les petites huileries agricoles encore existantes? Ils sont précaires, mais ils ne sont pas complètement inexistantes.

Dans quelques régions de France, il reste encore un certain nombre de moulins à

huile et plus particulièrement dans les pays où la consommation de l'huile de noix s'était maintenue.

Dans la région du Val de Loire depuis Blois jusqu'au delà d'Angers, dans les départements d'Indre-et-Loire, du Maine-et-Loire, de la Sarthe et de la Mayenne, dans le Limousin, dans le Plateau Central, dans le Dauphiné, en Bourgogne, il existe encore des moulins à huile.

Dans le Val de Loire, les huileries de noix triturent pendant l'hiver les noix récoltées dans la région, leur principale occupation n'était cependant pas de faire de l'huile de noix, mais de l'huile à la noix. Cette fabrication consiste à rebroyer avec de l'huile d'arachide ou de l'huile de lin, du tourteau de noix qui a été chauffé avant pression jusqu'à légère torréfaction. L'huile étrangère cuite à son tour avec ce tourteau de noix fournit une huile parfumée à la noix. Si l'huile étrangère était l'huile de lin, les règlements en vigueur permettent de l'appeler « huile de noiseline ».

Dans les mêmes régions, on triturait aussi des graines de citrouilles, dites pépins de citrouille, mais cet usage tendait à disparaître bien que la culture de cette plante soit encore très répandue pour produire des citrouilles fourragères destinées à fournir un aliment frais aux vaches laitières pendant la période hivernale.

C'est dans 4 des départements de la préfecture régionale d'Angers : Indre-et-Loire, Maine-et-Loire, Sarthe, Mayenne, que le nombre des huileries agricoles est le plus grand. Un autre centre actif d'huilerie agricole existe en Bourgogne où l'on travaillait encore un peu de colza et de navette.

Il y a une dizaine d'années, on trouvait en France des syndicats départementaux d'industriels et artisans de l'huilerie agricole, certains de ces syndicats groupaient même les adhérents de plusieurs départements.

Un syndicat « Centre Ouest » avait son siège à Tours; il comprenait des membres appartenant aux départements limitrophes jusqu'au Cher à l'Allier; il existait un syndicat du Maine-et-Loire à Angers, un syndicat de Bourgogne à Dijon, un syndicat du Sud-Est à Lyon. Ces syndicats, comme les peuples heureux, n'avaient pas d'histoire, mais ils étaient peu actifs.

Après l'armistice une réorganisation fut entreprise sur l'initiative du Centre Ouest⁽¹⁾ et des syndicats départementaux furent créés. Ils comprenaient : en zone occupée : Indre-et-Loire, Maine-et-Loire, Vienne, Deux-Sèvres, Sarthe, Cher, Nièvre, Côte-d'Or; en zone libre : Indre, Allier, Puy-de-Dôme, Loire, Saône-et-Loire, Dauphiné, Drôme, Dordogne.

Les syndicats étaient réunis en fédération sous le vocable : Union Syndicale des Huileries moyennes et artisanales pour la zone occupée; Fédération des Huileries du Sud et du Sud-Est pour la zone libre.

Les moyens dont disposent les adhérents de ces syndicats ne sont ni très puissants ni très modernes. Cependant, des presses hydrauliques de format réduit, parfaitement adaptées au travail à fournir dans de modestes installations étaient construites en France à l'usage des huileries agricoles. Pour ne citer que deux exemples : il existe à Vichy un constructeur qui fabrique la « presse-filtre »; à Amboise, un autre industriel, spécialisé dans la fabrication du matériel à l'usage des viticulteurs, fabrique aussi des presses hydrauliques pour huileries de noix.

On a dit et même imprimé que le nombre des huileries agricoles atteignait 1 500 pour l'ensemble du territoire, mais ce chiffre doit être quelque peu exagéré.

Le département du Maine-et-Loire, qui est un des mieux dotés, compte 18 huileries agricoles d'inégale importance auxquelles il faut ajouter 7 ou 8 petits ateliers artisanaux.

Inventaire fait, les ressources en matériel pourraient permettre de travailler dans toutes nos huileries agricoles 1/10 seulement de la récolte de graines oléagineuses prévue pour 1943.

(1) Comme pour rappeler que la Touraine est une des plus anciennes possessions de la couronne de France, le syndicat « Centre Ouest » s'est attribué un blason : de noix sur fond d'or, en cœur, une presse à bras. La devise est : A bon noyau, bonne huile et bon tourteau.

Dans les circonstances présentes, ces matières premières ne peuvent être expédiées vers les huileries de nos grands ports. C'est donc leur matériel qui doit être transféré vers les graines à travailler.

Grave affaire. Comment démonter, transporter et réinstaller par groupes de moyenne importance, dans les régions de plus grande production, des presses hydrauliques puissantes et lourdes dont la mise en place nécessite de solides fondations? Pour leur fonctionnement, trois sortes de canalisations d'eau sous pression très résistantes sont nécessaires; savoir: 50, 150 et 300 (voire même 400 et plus) atmosphères; à cela s'ajoutent un fort générateur de vapeur, une puissante pompe à compression et des réservoirs d'eau sous pression. On ne peut songer à un transfert semblable.

Les digesteurs tournants ne sont pas, eux non plus, facilement démontables et transportables. Leur réinstallation improvisée est une tâche fort compliquée. Ajoutons que de nombreux accessoires les accompagnent: distillateurs, réfrigérants, pompes ou éjecteurs à vide, colonnes de récupération des incondensables, le dissolvant enfin qu'il faut faire venir des usines, parfois lointaines où on le fabrique. Brochant sur le tout, il faut compter avec une grande consommation d'eau et de vapeur.

Les impossibilités égalent, si elles ne les dépassent pas, celles du transfert des batteries de presses hydrauliques.

Heureusement, l'invention américaine conçue en 1900, par l'ingénieur Valerius Anderson, de Cleveland, la presse à vis ou presse à torsion ou expeller, semble avoir été imaginée et réalisée exprès pour nous tirer d'affaire.

Cette presse est relativement légère, son installation ne nécessite pas de fondations profondes. Démontage, transport et remontage ne présentent aucune difficulté insurmontable. Le fonctionnement n'exige rien d'autre que du courant électrique; la presse apporte avec elle son moteur, enfin il n'est fait usage que de très peu de vapeur, uniquement consommée par les chauffeoirs semi-circulaires à double enveloppe placés au-dessus de l'appareil, et portés par lui.

Nous possédons en France plus de 150 de ces presses en état de fonctionner. Leur existence, vraiment providentielle, permettra de résoudre le difficile problème qui se posait au Comité Technique des Corps gras.

Douze groupes de ces presses, répartis dans des endroits judicieusement choisis, pourront assurer le traitement des graines oléagineuses récoltées sur place ou dans un périmètre restreint.

Les tourteaux, dont la rétrocession est garantie aux producteurs, ne quitteront point la région où ils doivent trouver emploi. Parmi ces tourteaux, il faut distinguer deux catégories: ceux qui peuvent être consommés par le bétail et les tourteaux-engrais. Les premiers sont de beaucoup les plus abondants; le reste d'huile qu'ils retiennent compte parmi les éléments utiles (surtout pour les vaches laitières), il est donc inutile de les épuiser par dissolvant. Restent les tourteaux-engrais, tourteau de cameline et tourteau de moutarde blanche par exemple. Ils ne représentent qu'une proportion assez faible de la production totale. Il sera possible de les déshuiler dans une large mesure.

On a beaucoup parlé des pépins de raisin et de l'huile de pépins de raisin en fin 1940, un peu trop peut-être. On en a moins parlé depuis, mais on a agi. Des installations pour leur traitement ont été créées tandis que les installations anciennes étaient renforcées ou élargies. Les tourteaux-engrais, toutes les fois que leur transport vers une huilerie de pépins de raisin ne comportera pas un grand trajet, iront compléter l'approvisionnement en matière première à épuiser. Ces installations rurales d'huilerie par extraction sont relativement rudimentaires; les digesteurs sont fixes, la récupération du solvant ne comporte pas l'application du vide, aussi est-elle imparfaite. Par ailleurs, le tourteau ressort humide de l'extracteur, mais cela importe peu s'il doit être réparti comme engrais dans les terrains de culture.

* * *

Il convenait que la Société d'Encouragement qui s'est toujours intéressée aux questions concernant l'Industrie huilière soit tenue au courant des réalisations qui font honneur à l'esprit d'initiative, aux facultés d'adaptation et à l'activité agissante de M. le Commissaire général aux Corps Gras et de tous ceux qui, de près ou de loin, collaborent avec lui.

C'est une tradition, dans la Société dont Chevreul a fait partie pendant un très grand nombre d'années, que de s'intéresser particulièrement à tout ce qui touche aux corps gras. La question des pépins de raisin a fait l'objet d'une étude approfondie dans le *Bulletin* de la Société au temps du regretté Pierre Viala et une conférence fut faite quelque temps après sur l'huile de colza, à une époque où l'attention était beaucoup moins attirée sur elle.

J'ai entendu dire à plusieurs reprises, même en de très doctes assemblées : « A quoi bon se donner tant de peine pour produire des oléagineux en France et en retirer de l'huile ? Les arachides et les coprahs reviendront et le résultat de tant d'efforts sera compromis ou perdu. »

Qu'il me soit permis d'exprimer, en réponse à cette affirmation décevante, la pensée qu'il ne serait point sage de se laisser mourir, en attendant des jours meilleurs. Sans doute, nous devons croire aux destinées de notre pays et nous sommes certains que son avenir sera, si nous savons le vouloir, digne de son passé. N'oublions pas cependant que l'avenir sera ce que nous le ferons et qu'il deviendra meilleur dans la mesure où nous saurons faire preuve de l'énergie et de la foi nécessaires pour le rendre tel.

LES PLANTES ALCOOLIGÈNES ET LEURS POSSIBILITÉS D'EXTENSION EN FRANCE ⁽¹⁾

par le professeur LEMOIGNE,
Chef du Service des Fermentations à l'Institut Pasteur.

Messieurs,

Le problème de la production de l'alcool carburant n'est pas nouveau. Bien des tentatives ont été faites à ce sujet qui, parfois, à l'étranger, ont particulièrement réussi mais qui, en France, n'ont abouti qu'à un échec.

Et, il faut bien le dire, le procès de l'alcool carburant semble à certains perdu, et irrémédiablement perdu.

Mais il y a des faits nouveaux qui militent en faveur de sa revision.

Et tout d'abord, l'alcool n'est pas le mauvais carburant que l'on pensait si l'on tient compte des perfectionnements de la technique des moteurs d'automobile et d'aviation.

Grâce à la substitution de l'injection directe à l'ancienne carburation externe, grâce au pouvoir antidétonant de l'alcool qui permet les hautes compressions et grâce aussi à sa forte chaleur latente de vaporisation, ce carburant peut donner des rendements qui, en dépit de son faible pouvoir calorifique, lui font égaler ou même surpasser les essences actuelles.

Je n'ai ni le temps ni la compétence voulus pour vous exposer le principe et les avantages des dispositifs Retel ou Brandt. Je vous dirai simplement que, dès maintenant, on peut soit adapter d'anciens moteurs à essence, soit en construire de nouveaux pour fonctionner avec l'alcool seul, dans de parfaites conditions.

Je signalerai à ceux d'entre vous qui désireraient avoir quelques détails sur ces questions, les conférences si claires faites par M. Carbonaro, notamment celle du cycle de l'alcool carburant, à la Société des Ingénieurs de l'Automobile.

Qu'il me suffise de dire ici que les résultats obtenus par les dispositifs Retel ou Brandt ont complètement renouvelé le problème de l'alcool carburant.

D'autre part, l'alcool peut servir de matière première dans de nombreuses fabrications : vernis, huiles de graissage, caoutchouc synthétique, matières plastiques diverses, ainsi que des carburants permettant d'élever l'indice d'octane des essences. Dans une autre conférence du cycle de l'alcool carburant, M. Guinot a exposé le mécanisme et l'importance de ces synthèses.

Or, tous ces faits nouveaux, qui valorisent l'alcool, n'auront d'intérêt qu'autant que l'on produira cette matière en quantités massives.

D'autre part, une production importante d'alcool aurait, ainsi que nous le verrons, une répercussion profonde sur la prospérité de notre agriculture.

Aussi les efforts qui ont lieu actuellement pour intensifier, après guerre, et de manière considérable, la production de l'alcool sont-ils parfaitement justifiés.

Dans cette causerie, je m'occuperai surtout de l'avenir, sans chercher à le prédire. J'envisagerai simplement les possibilités techniques, industrielles et agricoles.

Je limiterai volontairement mon exposé à la France métropolitaine. Le problème colonial, très important aussi, présente d'autres caractères et peut être traité à part.

Je serai précis chaque fois que cela me sera possible au risque, quelquefois, d'être un peu schématique. Mais je renoncerai à toute précision arbitraire qui ne serait que trompeuse.

J'examinerai successivement, le problème à résoudre, les possibilités techniques offertes par les diverses cultures et enfin les conclusions à tirer de cet exposé.

(1) Conférence faite par l'auteur le samedi 22 mai 1943.

I. — *Le problème à résoudre.*

En 1937, la production des alcools en France a été de 3 555 727 hectolitres se répartissant comme suit :

	<i>En hectolitres.</i>	<i>p. 100.</i>
Betteraves	2 227 650	76,20
Mélasses	482 461	
Vins	88 616	20,99
Cidres	240 652	
Marc, lies	417 181	1,4
Fruits	4 654	
Substances fermentées	24 169	
Divers	20 344	

Mais certaines années, la distillation des vins atteignait des chiffres beaucoup plus élevés : 1 168 500 hectolitres en 1935 et 838 000 hectolitres en 1936.

Après son irrégularité, ce qui frappe dans cette production, c'est sa faiblesse, son peu de volume. On s'en rend mieux compte connaissant quels étaient les usages de l'alcool.

<i>Usages.</i>	<i>Consommation en 1937.</i>		
	<i>Hectolitres.</i>	<i>Tonnes.</i>	<i>Prix de vente à l'hectolitre.</i>
Consommation de bouche	414 000		
Vinaigrerie	50 000	3 970	525 fr
Parfumerie	106 700	8 475	300 —
Produits chimiques	197 100	15 650	
Combustibles	638 000	50 678	200 —
Carburant	1 358 000	107 870	99 à 126,50

Donc, la plus grande partie allait à la carburation. Or, en regard de ces chiffres, voyons ceux qui traduisent nos seuls besoins en carburant.

Avant guerre, ils étaient, sans compter l'alcool, de plus de 2 500 000 tonnes.

Essence importée	2 500 000 tonnes
Essence indigène	30 000 —
Benzol	30 000 —

Notre production d'alcool n'était au plus, que de l'ordre de 250 à 300 000 tonnes (282 000 en 1937).

Si l'on voulait remplacer tous les carburants par l'alcool, nous voyons que notre production devait être plus que décuplée.

Et je ne tiens nul compte des possibilités des autres débouchés de l'alcool si celui-ci était produit régulièrement à un prix raisonnable.

Nous voyons donc le problème nettement posé.

L'agriculture française peut-elle produire et l'industrie transformer suffisamment de matières fermentescibles pour obtenir des quantités d'alcool de cet ordre de grandeur ?

Avec le statut de l'alcool tel qu'il existait avant-guerre, rien de sérieux et de continu ne pouvait être fait pour un développement de sa production.

Je ne puis vous exposer en détail le mécanisme du Service des Alcools ; je vous signalerai, à ce sujet, l'étude très complète et très claire de M. Marbeau sur l'historique et l'évolution du régime économique de l'alcool avant 1939.

Le Service des Alcools avait pour principe de résorber les excédents de récoltes et de favoriser trois sortes de cultures privilégiées : la viticulture, la culture des pommiers et celle de la betterave à sucre.

Il a réussi dans ce rôle.

Mais il suffit d'examiner les prix des divers alcools pour se rendre compte que ce service devant équilibrer son budget, était forcé de limiter le plus possible ses achats et ce qui était

paradoxal, il ne pouvait pas limiter ceux qui étaient les plus onéreux, car son but était justement de protéger les cultures qui donnaient un alcool cher.

	Prix relatifs.	Contingents (1935-1936) (hectolitres.)
Alcool de betteraves.	1	2 300 000
— de mélasse	0,68	600 000
— de synthèse et de grain.	0,60	28 000
— de vin	2,70	325 000
— de marcs et de lies.	1,60	300 000
— de pommes et de poires	2,20	300 000
— de cidre et poiré	2,55	117 000

Il en venait donc nécessairement à une politique de restriction.

Après la guerre de 1914-1918, la production mondiale du sucre augmente énormément. Un stock de 200 000 tonnes s'accumule. Les cours tombent. On contigente les sucreries en 1931.

Les distilleries résorbent une partie des excédents de betteraves. Mais, malgré la loi de 1923, on n'écoule pas l'alcool carburant et les stocks d'alcool s'accumulent, atteignant, en 1931, 1 480 000 hectolitres, soit 117 000 tonnes environ. C'est ce que j'appellerai le stock « d'alarme ».

On contigente alors les distilleries à	182 600 tonnes.
Rappelons nos besoins en essence	2 500 000 tonnes.
Stock « d'alarme »	117 000 tonnes.

Le rapprochement de ces trois chiffres montre clairement, à mon avis, que le régime de l'alcool d'avant-guerre qui était un régime de malthusianisme économique, était incompatible avec une intensification sérieuse de la production de l'alcool.

Mais si, par la pensée, nous supposons, le Service des Alcools profondément modifié et au contraire, d'après ses statuts, amené à acheter et vendre le plus possible d'alcool, l'agriculture pourra-t-elle lui fournir?

C'est le problème que nous allons aborder.

II. — Possibilité des diverses cultures.

Nous envisagerons dans chaque chapitre l'aspect industriel puis l'aspect agricole.

1. Distillerie des hydrolysats de bois. — Les réserves de la forêt semblent énormes. Il est tout naturel que, voulant trouver une source de glucides fermentescibles abondante et bon marché, on ait pensé de suite à elles.

On sait, depuis les travaux de Braconnot en 1819, que le bois traité par les acides, donne un sucre capable de fermenter.

Je ne puis vous exposer ici tout l'énorme effort qui a été fait depuis à ce sujet, effort scientifique et industriel. Je ne vous en dirai que juste ce qui est nécessaire pour que nous puissions comparer en connaissance de cause, les solutions proposées.

En schématisant beaucoup, on peut dire que le bois est formé de trois constituants essentiels : les hémicelluloses, la cellulose et la lignine.

Les hémicelluloses comprennent soit des hexosanes, soit des pentosanes qui, par hydrolyse acide, donnent respectivement des hexoses, sucres fermentescibles, et des pentoses, sucres que la levure ne peut transformer en alcool. Or, ainsi que G. Bertrand l'a signalé à la fin du siècle dernier, les hémicelluloses des angiospermes, c'est-à-dire des feuillus, sont surtout formées de pentosanes alors que celles des gymnospermes, c'est-à-dire celles des résineux, sont surtout constituées d'hexosanes. Il y a là un fait capital bien souvent ignoré ou négligé, mais qui fait comprendre que les bois de résineux donneront toujours des rendements en alcool très supérieurs à ceux des feuillus.

La cellulose par hydrolyse acide, peut se transformer intégralement en glucose, facilement fermentescible. C'est le constituant essentiel pour l'industrie de la saccharification du bois. Et cependant, nous verrons que, dans beaucoup de procédés, on y touche à peine.

Enfin, la lignine, résidu qui résiste à l'action des acides, est un produit très étudié mais encore mal connu. Ce n'est pas un glucide et on ne peut pas la transformer en sucre. Mais très riche en carbone, elle constitue, après dessiccation, un excellent combustible.

La saccharification du bois peut se faire par les acides dilués à chaud ou par les acides concentrés à froid.

a) *Hydrolyse par les acides dilués à chaud.* — Tout d'abord, voyons le cas de la cellulose pur, en autoclave fermé. Le premier travail systématique est dû à Simonsen. Il est souvent ignoré des industriels bien qu'il ait une grande importance pratique.

Le rendement en sucre dépend de quatre facteurs :

La valeur du rapport liquide sur solide;

La pression (ou la température);

La concentration en acide;

Le temps de l'attaque.

Les trois derniers étant de beaucoup les plus importants.

Simonsen trouve que les meilleures conditions sont :

Pression de 10 atmosphères (180° C);
Concentration en SO_4H_2 , 0,5 p. 100 du liquide;
Temps de chauffe, 1 h 30
Rapport liquide/solide, 6.

Mais en fait, comme Luers l'a montré dans une étude de la cinétique de la réaction, il y a une infinité de combinaisons équivalentes. Les trois premiers facteurs pouvant être reliés dans une même formule, deux facteurs étant fixes, on peut toujours trouver une valeur du troisième permettant d'atteindre le rendement maximum (dans certaines limites de température naturellement).

Or, ces rendements qui, pratiquement sont égaux, sont très inférieurs au rendement théorique qui est de 111 de glucose pour 100 de cellulose.

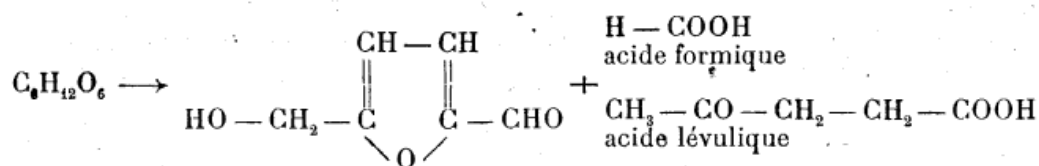
Ils ne sont en effet que de 40 à 44 p. 100 de la cellulose, soit 36 à 40 p. 100 du rendement théorique.

Cette faiblesse du rendement est due à la lenteur d'attaque de la cellulose et à la vitesse de disparition du glucose formé.

Cette disparition peut tenir à un processus de réversion, c'est-à-dire de polymérisation. Mais celui-ci doit être très faible ou même inexistant dans ces conditions de très grande dilution de l'acide et des sucres.

Au contraire, la disparition du glucose par destruction est certaine et rapide.

Le sucre est transformé en Ω hydroxyméthylfurfurol qui, instable, se décompose en acides lévulique et formique.



A cette température, cette destruction est rapide et c'est avec raison qu'Ost et Wilkening écrivaient qu'il est miraculeux que l'on obtienne du glucose par chauffage de la cellulose à 170-180° C, en présence d'acide dilué.

On a étudié l'action d'autres facteurs. Emploi de liquides volatils pour élever la pression indépendamment de la température, usage d'autres acides, essais de nombreux catalyseurs : tous les résultats ont pratiquement été négatifs et le rendement, obtenu par chauffage en autoclave fermé, n'a pu être augmenté.

Si, au lieu de la cellulose seule, nous envisageons le cas du bois, on constate que la marche de l'hydrolyse est beaucoup plus rapide, c'est-à-dire que le rendement maximum en sucre réducteur est plus vite obtenu.

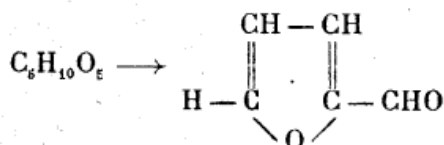
Ainsi dans les mêmes conditions, le rendement maximum est atteint en 90 minutes avec la cellulose et seulement en 15 minutes avec le bois.

Cela tient à l'hydrolyse extrêmement facile des hémicelluloses et ce maximum de sucre est obtenu alors qu'une partie seulement de la cellulose est saccharifiée.

Dans des essais de Sherrard, Gauger et Blanco, de la sciure de White pruce donne au maximum 22 de sucre réducteur pour 100 de la sciure sèche. Or, seulement 45 p. 100 de la cellulose sont hydrolysés.

Si l'on cherche à attaquer plus complètement la cellulose, le rendement baisse par perte de glucides formés. Le glucose et les autres hexoses se transforment en acides formique et lévulique comme nous l'avons vu.

Les pentoses, en se décomposant, donnent du furfurool qui, stable, s'accumule dans les moûts d'hydrolyse.



La lenteur d'attaque de la cellulose, la vitesse de destruction des sucres formés font que par hydrolyse par les acides dilués en autoclave fermé, on ne peut jamais atteindre que des rendements en alcool extrêmement faibles : 8 à 11 litres pour 100 kilogrammes de bois sec.

Aussi, je ne vous donnerai pas la liste des nombreuses tentatives industrielles faites en France, aux États-Unis, en Allemagne, en utilisant cette technique. Ce serait dresser une liste d'échecs décevants.

Mais divers inventeurs pensèrent à soustraire les liquides sucrés le plus vite possible à l'action des hautes températures et à substituer, à une longue attaque unique, des attaques brèves mais répétées. Je citerai, pour la France, le procédé Junien, actuellement à l'étude, le procédé Boinot des usines de Melle, et le procédé Fouque qui bientôt fonctionnera sur une grande échelle.

Mais j'insisterai sur le procédé Scholler dont on a préconisé l'adoption en France et qui en Allemagne, à Tornesch, Holzminden et Dessau, a pu être appliqué en grand, puisque l'on y peut produire annuellement un total de 90 000 hectolitres d'alcool.

Le bois est attaqué à environ 170° (8 à 9 atmosphères) par une solution d'acide sulfurique qui a varié de 0,4 à 1 p. 100. La solution sulfurique ne fait que traverser la masse de bois, sous forme d'une couche liquide entre deux tampons de vapeur. Le liquide chargé de sucre est évacué et, sur le reste du bois, on fait circuler une nouvelle couche de liquide acide. On répète ainsi cette opération 16 fois. L'opération dure 16 heures.

Étant donné la hauteur du percolateur et le volume du liquide, la durée de contact n'est que de 11 à 6 minutes.

Dans ces conditions, les sucres formés ne sont pas détruits à cause de la brièveté de l'attaque.

Mais la cellulose peut être hydrolysée par suite de la répétition de ces attaques par des solutions acides fraîches, le contact total des solutions acides et de la cellulose étant finalement de 2 à 3 heures. Au début, les hémicelluloses doivent être dissoutes sans être hydrolysées complètement. Aussi ces premiers liquides sont-ils soumis à la posthydrolyse dans des cuves en bois où ils sont maintenus 12 heures à 100° C.

Le principe de cette méthode est évidemment très intéressant. Les rendements peuvent atteindre, dans un percolateur de laboratoire, 25 litres d'alcool par 100 kilogrammes de bois sec. Le rendement pratique en usine est de 19 à 20 litres pour 100 kilogrammes de bois sec.

La dilution des moûts (4 p. 100 de sucres réducteurs au début et à la fin seulement 0,8 p. 100) est un inconvénient peu important. Après neutralisation et addition de sels nutritifs, ils sont fermentés ou sont utilisés pour la fabrication de la levure.

Nous ne pouvons pas étudier la réalisation industrielle du procédé Scholler. Nous n'en

indiquerons que ce qui est nécessaire pour notre exposé. Je vous donne les caractéristiques d'une usine à 6 percolateurs.

La pièce maîtresse de l'outillage est le percolateur de 14 à 16 mètres de haut, de 2,40 à 2 mètres de diamètre. Les parois sont en tôle d'acier garnie intérieurement par un épais revêtement de plomb à la goutte et par 2 ou 3 épaisseurs de briques antiacides qui, comme le ciment qui les assemble, ont fait l'objet de très longues études. Le bas de ce revêtement sert de filtre.

Le remplissage et la vidange de ce percolateur ne sont pas choses simples. Le tassement du bois neuf se fait par pression de vapeur et la vidange de la lignine se fait par ouverture brusque d'une soupape située au bas du percolateur alors que l'on projette à la partie supérieure de la vapeur à 170° C.

La mise au point de tout cet appareillage a demandé de nombreuses années et représente un très beau succès technique. Il n'en reste pas moins vrai que ce matériel, qui n'est pas un matériel courant, est une des grosses difficultés de l'application du procédé.

Dans les projets, la construction des percolateurs qui correspondent aux diffuseurs en distillerie, représente à elle seule le tiers du capital engagé.

Mais plus graves encore que ce prix élevé, sont les délais que demandera nécessairement ce matériel spécial pour être construit et monté.

La difficulté sera grande pour une seule usine de 6 percolateurs qui cependant ne fournira que 40 000 hectolitres d'alcool par an. Nous reviendrons sur cette conclusion quand nous aurons étudié le problème du point de vue agricole.

b) *Hydrolyse par les acides concentrés à froid.* — Braconnot le premier, au début du XIX^e siècle, a reconnu que la cellulose se dissout dans l'acide sulfurique concentré en donnant un sucre fermentescible.

En fait, ce que l'on obtient, est un produit de réversion du glucose, surtout un tétramère. Dilué dans l'eau acidulée, il s'hydrolyse rapidement à l'ébullition en donnant du glucose. Ici, il n'y a pas de destruction de sucre et le rendement est presque le rendement théorique de 111 pour 100 de cellulose. Les hémicelluloses sont hydrolysées dans les mêmes conditions.

La valeur élevée du rendement donne à cette réaction un grand intérêt industriel. Mais la récupération de l'acide est une nécessité absolue. Or, l'acide sulfurique se prête mal à cette récupération.

Dangevilliers, puis Willstätter et Zeichmeister ont montré que l'acide chlorhydrique peut remplacer l'acide sulfurique.

Sa volatilité rend sa récupération plus facile.

D'autre part, les moûts sont peu riches en sucre.

Goldschmidt et Hägglund ont pensé que la solution acide qui venait d'attaquer le bois pouvait à nouveau attaquer du bois neuf. Ils arrivèrent ainsi, par une attaque méthodique, à obtenir une solution contenant jusqu'à 30 p. 100 de sucre réducteur.

Le problème de la récupération de l'acide devenait ainsi plus facile à aborder ou plutôt moins difficile. Mais en réalité, il y eut d'énormes difficultés qui furent surmontées par Bergius et ses collaborateurs, grâce à beaucoup de patience, d'ingéniosité et d'opiniâtreté. Il y a là, comme dans le procédé Scholler, une réalisation technique remarquable.

Pas plus que pour le procédé Scholler, nous ne pourrions exposer la méthode dans les détails.

L'appareil qui a été le plus difficile à mettre au point est l'appareil à distiller dans le vide, où, à une température ne dépassant pas 36° C, on sépare l'acide chlorhydrique du jus sucré. Plusieurs systèmes semblent avoir été successivement adoptés. Comme dans le procédé Scholler, il faut donc ici un matériel très spécial, très coûteux et qui demandera de grands délais avant de pouvoir être fabriqué et monté.

Ce sont là des faits qu'il ne faut pas oublier.

Le rendement en alcool est, d'après Bergius, de 30 à 33 litres pour 100 kilogrammes de bois sec. Mais la perte de ClH est de 9 à 9,6 kg d'acide, 15 à 16 p. 100 du sucre formé.

Les usines Bergius fabriquent surtout autre chose que de l'alcool dont la production, semble-t-il, ne doit pas être suffisamment rémunératrice. Ainsi préparent-elles du glucose brut qui permet d'obtenir des fourrages glucosés analogues aux fourrages mélassés et surtout

de l'aéroleuvre ou des torulas dont on peut tirer des substances nutritives. L'une d'elles est appelée la protéine B que les quotidiens ont vulgarisée.

Ainsi donc, grâce à une remarquable habileté technique et une grande persévérance ainsi que grâce à l'aide gouvernementale, l'Allemagne a pu créer par deux procédés différents une industrie de l'alcool de bois.

Industrie considérable quant aux moyens employés, mais, il faut le reconnaître, assez limitée quant aux résultats obtenus. Les usines Scholler semblent faire en tout 100 000 hectolitres. Admettons que les usines Bergius puissent en faire autant si elles fabriquent de l'alcool. On arrive au chiffre de 200 000 hectolitres qui semble un maximum et qui reste peu de chose devant notre production d'alcool et, à plus forte raison, devant nos besoins en carburants.

c) *Le bois, matière première alcooligène.* — Voyons maintenant la question du point de vue agricole.

Que l'on s'occupe de production de pâte à papier, de préparation de charbon de bois, ou d'utilisation quelconque des produits forestiers, on a tendance souvent à considérer que ceux-ci sont de faible valeur marchande, et que la forêt, d'une production inépuisable, a une étendue pratiquement illimitée.

Or, les produits forestiers ne sont gratuits qu'autant qu'on ne les exploite pas. Il faut en effet rémunérer le propriétaire, les bûcherons, les transporteurs, les marchands.

Ceci est d'ailleurs naturel et juste et la revalorisation des produits forestiers est une chose excellente. Mais il est bon d'en tenir compte dans le bilan des installations d'usine d'alcool de bois, d'autant plus que, dès avant guerre, les bois de sciage n'étaient pas gratuits. Je ne parle pas des prix actuels.

En second lieu, la production de la forêt n'est pas inépuisable. Certes la coupe d'un hectare de forêt donne une masse impressionnante de produits.

Pour une futaie de pins maritimes, outre 50 tonnes de matières sèches obtenues entre coupes, on récolte au moment même de la coupe 100 tonnes, soit au total 150 tonnes pour un hectare. Une belle récolte de betterave à sucre ne donne guère que 8 tonnes de matière sèche exportable.

Mais on l'a obtenue en un an. Il a fallu attendre 60 ans pour la pineraie.

Une production annuelle de 2 à 3 tonnes de bois *sec* à l'hectare, et par an, est une bonne moyenne.

Ce chiffre a été contesté et estimé trop faible de moitié. Cela serait exact pour de bonnes forêts de chênes, de hêtres ou même de sapins. Mais mes calculs portaient sur le pin maritime qui, par l'étendue de ses peuplements dans des situations où l'exploitation est facile, par le rendement élevé de son bois en sucre fermentescible, apparaît tout naturellement comme l'essence principale pour la production de l'alcool de bois. Or, des documents communiqués par MM. Guinier et Schaeffer, il résulte que la production d'un hectare de pin en bois *sec* est de 2,3 tonnes environ, évaluation qui concorde tout à fait avec la nôtre.

Enfin, en troisième lieu, la forêt française n'a pas une étendue illimitée. Sa surface totale est de 10 750 000 hectares, soit près de 20 p. 100 du territoire de la France.

Mais tout n'est pas industriellement exploitable.

De plus, ce sont surtout les résineux qui donnent des rendements intéressants en alcool. Ils couvrent une superficie de 2 776 000 hectares. Les grands massifs forestiers qui pourront être le plus facilement exploités par la grande industrie, sont les pineraies des Landes et de la Gironde (883 700 ha).

Mais tout le bois récolté ne peut pas aller à la saccharification. Les bois d'œuvre et même de chauffage resteront nécessaires surtout après les coupes sévères faites actuellement. D'autre part, l'industrie de la papeterie et les industries de pâte de bois en produits similaires importaient tous les ans près d'un milliard de francs. Il y aurait là, pour l'économie générale du pays, une industrie à créer.

Aussi, pour cette production de bois limitée, la distillerie trouverait des concurrents. Or, telle qu'elle peut fonctionner avec les procédés Scholler et Bergius, elle ne peut pas élever de beaucoup le prix de sa matière première. En effet, il ne faut pas oublier que si en Allemagne la production des levures alimentaires et de la protéine B remplace de plus en plus

celle de l'alcool, ce n'est pas du tout à cause de l'abondance et du bon marché de ces hydrolysats de bois, mais bien au contraire à cause de leurs prix élevés. L'alcool ne paye plus. Les produits alimentaires payent encore.

Toutes ces notions étant rappelées, voyons si l'on peut créer une puissante distillerie de jus de bois, en utilisant les procédés Scholler ou Bergius.

Supposons le problème résolu. Dans les 883 000 hectares de la Gironde et des Landes, on a pu installer 100 usines Scholler à 6 percolateurs, consommant annuellement chacune 20 à 22 000 tonnes de bois sec, et exigeant par conséquent une surface d'approvisionnement de 8 à 10 000 hectares.

Admettons, ce qui est impossible, que tout soit réservé à la saccharification. Ne nous arrêtons pas aux capitaux nécessaires, à la difficulté, à l'impossibilité même peut-être de trouver tout ce matériel et ne tenons pas compte des délais considérables qu'il faudrait pour réaliser ce plan irréalisable. Supposons toutes les difficultés aplanies et négligeons le prix de l'alcool obtenu.

Nous aurons une production d'alcool qui sera au maximum de 4 millions d'hectolitres, c'est-à-dire que nous aurons un peu plus que doublé la production actuelle.

Avec les procédés Bergius, les conclusions sont de même ordre.

Pour un effort industriel formidable, impossible, un résultat extrêmement modeste.

Or nous verrons qu'un résultat semblable pourrait être obtenu très facilement avec les plantes annuelles.

Est-ce à dire qu'il faille renoncer à la saccharification du bois?... Je ne le crois pas.

L'installation d'une ou de deux usines analogues à celle que j'ai prise pour type, n'offrirait pas de difficultés pour l'approvisionnement en bois. Annexée à une usine déjà existante, la saccharification serait moins onéreuse, d'autant plus qu'en partie on pourrait alimenter les percolateurs avec de la sciure ou des déchets de bois. Mais il ne faut pas oublier que le résultat serait des plus modestes : 40 à 80 000 hectolitres d'alcool par an, chiffres faibles par rapport à notre production actuelle, insignifiants par rapport à nos besoins et au prix d'un effort industriel qui, possible, resterait considérable et exigerait des délais très longs.

Par contre, des procédés exigeant un outillage moins massif, moins onéreux et surtout plus courant et plus rustique, seraient très intéressants si la pratique industrielle sanctionnait les premiers résultats. Les procédés Junien, Boinot, Guinot et autres pourraient alors, sans grands frais et sans grands délais, être annexés à des distilleries existantes pour travailler le bois et les déchets de bois de la région, dans la saison du chômage.

L'effort industriel serait très limité et en rapport avec les résultats, également limités.

Aussi en conclusion, pensons-nous qu'en France la saccharification du bois pourra peut-être apporter un appoint à la production de l'alcool carburant, mais que l'augmentation massive de cette production ne peut être demandée qu'aux plantes annuelles et à l'industrie de synthèse.

2° Distillation des plantes annuelles. — a) La distillerie de vin. — Industriellement, la distillerie de vin n'offre aucune difficulté. Les usines sont nombreuses, plus de 3 000. Souvent petites, parfois assez simplistes, elles sont aussi parfois bien équipées, notamment les distilleries de marcs. Mais dans presque toutes, la simplicité de l'appareillage nécessaire à la préparation du vin, les rend impropres au traitement d'autres matières premières. Mais, si cela était nécessaire, leur adaptation au travail du maïs, du sorgho, de la betterave ou du topinambour, serait, pour les plus importantes d'entre elles, un problème ne présentant pas de grandes difficultés. Tout le matériel est couramment construit en France.

Pour une surface de 1 517 000 hectares, la production du vin en 1929 était de 58 millions d'hectolitres, soit 37 hectolitres en moyenne par hectare avec des extrêmes de 25 à 50 hectolitres.

En admettant une richesse moyenne de 10 degrés d'alcool, ce qui est élevé, on arrive à une production de 3,7 hl d'alcool par ha avec des extrêmes de 2,5 à 5.

Quand on connaît tout l'effort qu'exige la production du raisin et quand on voit ce maigre résultat, on est forcé de reconnaître que la distillerie du vin pour obtenir de l'alcool carburant est une opération lamentable. Le prix de l'alcool de vin payé par le Service des Alcools le montre bien.

Que la distillerie serve à résorber des excédents d'années exceptionnelles, rien n'est plus juste et plus raisonnable. Mais que ces excédents deviennent une règle, un but recherché, cela constitue un véritable non-sens économique.

Mais si, avec raison, on cherche à éviter ces excédents ou les irrégularités de récolte qui leur donnent naissance, il faut permettre aux viticulteurs de pratiquer des cultures de remplacement parmi lesquelles celles des plantes alcooligènes.

De plus, la situation actuelle de notre viticulture fait penser que les excédents de récoltes ne se reproduiront pas avant plusieurs années.

b) *Distillerie de blé*. — Le blé que l'on a pensé transformer en alcool avant guerre, nécessite une installation que l'on ne trouve pas dans la plupart de nos distilleries agricoles. Si cela était nécessaire, il y aurait un problème industriel non pas insoluble, mais sérieux. Du reste, il n'est plus question d'excédents de blé à résorber.

Examinons cependant le rendement à l'hectare. En admettant un rendement de 30 quintaux, on peut escompter au plus 10 hectolitres d'alcool qui se réduisent à 5 si l'on envisage le rendement moyen. C'est une opération lamentable.

Une politique agricole plus ingénieuse permettrait d'éviter de tels excédents de blé et d'utiliser mieux la terre française.

c) *Distillerie de pommes de terre*. — Sauf quelques grandes distilleries industrielles, nos distilleries françaises ne sont pas équipées pour le travail de la pomme de terre.

Si cela était nécessaire, l'aménagement de ces usines ou la création de nouvelles serait une œuvre ardue dans les conditions d'après guerre, mais beaucoup moins difficile que la construction d'usines d'hydrolyse du bois. Elle serait cependant plus coûteuse et demanderait des délais plus longs que la création de distilleries de betteraves ou de topinambours de même capacité.

Au point de vue agricole, la culture de la pomme de terre couvrirait, en 1937, 1 436 000 hectares, soit 2,6 p. 100 de la surface totale du pays, soit 7 p. 100 des terres labourables. La production était en moyenne de 13 500 000 tonnes (de 1930 à 1939).

Le rendement en alcool absolu à l'hectare peut être estimé à 11 à 30 hectolitres.

En terrain favorable, bien cultivée, cette plante donne donc une quantité importante d'alcool.

Mais ses qualités alimentaires remarquables la font employer presque entièrement à la nourriture de l'homme et des animaux.

De plus, malheureusement, la pomme de terre est attaquée par des parasites redoutables : la galle véruqueuse, que le choix des variétés connues permet de combattre, le mildiou, surtout dangereux en années humides, le doryphore, qui ne peut être combattu qu'aux prix de grands efforts. Mais le danger le plus grave pour la pomme de terre est constitué par les maladies de la dégénérescence. Les dégâts causés par ces maladies à virus sont de plus en plus grands. Depuis quelques années seulement un effort sérieux pour avoir du plant sain, a été tenté. Il reste souvent théorique.

Aussi, la pomme de terre restera-t-elle une matière première chère et il est sage, tout au moins pour un avenir prochain, de ne pas compter sur elle pour augmenter la production de l'alcool en France.

d) *Distillerie de pommes et de cidre*. — Les distilleries de pommes, assez nombreuses, sont en général bien équipées et peuvent traiter également les betteraves et, après une légère adaptation, les topinambours.

Le marc de pomme est un sous-produit de grande valeur étant donné les usages de plus en plus nombreux de la pectine.

Mais un des grands inconvénients de cette industrie, c'est que tous les frais doivent être couverts dans une période de travail très courte.

La campagne dure peu, et la production annuelle varie dans des proportions énormes. Certaines années, elle peut être nulle. C'est qu'en effet, rien n'est plus variable que la production des pommes dont l'excédent seul va en distillerie.

Rien de plus difficile que d'apprécier la production d'un hectare de pommes. Elle dépend de la densité de plantation, de la variété des pommiers, de la nature du sol, des soins apportés par le cultivateur, et enfin, des conditions climatiques.

Par divers modes d'évaluation, nous sommes arrivés à chiffrer cette production annuelle à 5 à 8 hectolitres d'alcool par hectare.

La faiblesse de cette production, l'amplitude de ses variations font que l'alcool de pomme est actuellement un alcool cher.

Or, ce prix de revient pourrait être diminué par l'amélioration du verger qui augmenterait et régulariserait la production. Il y a là une œuvre très possible de l'avis de tous les spécialistes. Certes, les pommes ne pourraient pas atteindre les prix extraordinaires qu'elles atteignent actuellement dans certaines localités. Mais la production ne serait jamais nulle et le cultivateur comme l'industriel auraient tout à y gagner.

D'autre part, ce prix de revient pourrait également être diminué sensiblement par le travail de la betterave et surtout par celui du topinambour qui pourrait se faire à l'arrière-saison.

C'est pourquoi nous croyons que, malgré le prix élevé actuel de l'alcool de pomme, il peut jouer un rôle important si on diminue son prix de revient par une politique agricole de production, remplaçant la politique de restriction d'avant-guerre.

e) *Distillerie du maïs*. — Le maïs, surtout après castration des épis femelles, peut accumuler dans ses tiges 12 p. 100 de sucres, constitués surtout de saccharose.

Industriellement, l'utilisation de ces tiges nécessiterait une adaptation des usines qui ne serait pas impossible.

De même la création d'usines nouvelles ne poserait pas les problèmes aussi difficiles que ceux exigés par la création des usines de saccharification du bois, types Scholler et Bergius.

En plus du sucre, le maïs donne un résidu cellulosique important qui, s'il n'est pas utilisé dans les chaudières, pourrait être employé dans l'industrie de la pâte à papier. Mais l'aspect agricole de la question est moins favorable. Cette culture couvrait 245 000 hectares, soit 1,7 p. 100 de la surface totale des terres labourables. Elle existait surtout dans le Sud-Ouest.

Elle exige de bonnes terres, un climat chaud, pas trop sec. L'aire d'extension de cette culture est donc assez limitée. De nouvelles variétés cependant permettraient de l'étendre.

Nous étions importateurs de grain, la consommation totale du pays étant de 1 200 000 tonnes.

Aussi, nous ne pensons pas que cette plante, par ailleurs très intéressante, puisse augmenter en France sensiblement la production de l'alcool dans un court délai.

f) *Distillerie du sorgho*. — Au point de vue industriel, le problème est le même qu'avec le maïs. Il ne serait pas difficile à résoudre si le problème agricole était résolu.

Le sorgho à sucre n'est pratiquement pas cultivé en France, sauf récemment dans le Gers où ont eu lieu les intéressants essais de M. Delucq.

En Italie, la culture, qui a reçu des encouragements officiels, a pris, ces dernières années, une extension notable. Cependant les renseignements sont assez contradictoires et il semble que le sorgho soit attaqué par de nombreux parasites.

Le sorgho, comme le maïs, comme la betterave, est une plante exigeante qui veut de bonnes terres, bien cultivées. Le climat doit être chaud et le sol frais ou irrigué.

L'aire d'extension du sorgho en France serait presque la même que celle du maïs, c'est-à-dire réduite au Sud-Ouest et à la Vallée du Rhône.

Les rendements en alcool sont très variables. En Italie, on signale des productions de 57 à 52 hectolitres à l'hectare. Mais ces chiffres semblent exceptionnels.

Dans nos régions du Sud-Ouest, on peut atteindre couramment 27 à 30 hectolitres, ce qui est intéressant d'autant plus qu'en outre, certaines variétés précoces peuvent donner 15 à 40 quintaux de grains à l'hectare. Le sorgho sucrier n'a pas en effet besoin d'être castré. D'autre part, comme le maïs, le sorgho donne une bagasse qui peut être utilisée pour faire de la cellulose.

Cette plante serait donc très intéressante si, comme pour le maïs, son aire d'extension était moins limitée.

Partout où on le pourra, cette culture mérite d'être essayée.

g) *Distillerie de betteraves*. — La distillerie de betteraves avait une importance capitale pour la production de l'alcool dont elle fournissait 76 p. 100 en 1937. Techniquement, elle

est tout à fait au point et il ne se pose pas à son sujet de problèmes importants. C'est une industrie très évoluée, en progrès lents mais constants.

Elle peut augmenter sa production soit par une intensification du rendement des usines actuelles, soit par l'adaptation de distilleries de vin ou de pommes ou la création d'usines nouvelles.

L'intensification de la production des usines actuelles est possible, mais elle est limitée par la courte durée de la campagne betteravière qui, pour cette industrie, est un inconvénient extrêmement coûteux.

L'adaptation de distilleries de vin et la création d'usines nouvelles seront des problèmes délicats après guerre où tant de choses seront à reconstruire. Mais c'est là une tâche parfaitement réalisable. Il s'agit d'un outillage bien connu, classique, fabriqué couramment en France et parfaitement au point. A ce sujet, il n'y a aucune difficulté comparable à celles que l'on trouverait à monter des usines d'hydrolyse du bois par des procédés allemands.

Ici encore le problème est avant tout un problème agricole.

La culture de betteraves industrielles couvrait en 1930-1939 en moyenne 317 845 hectares, soit 1,6 p. 100 seulement des terres labourables, avec un maximum de 349 000 en 1939.

Le rendement à l'hectare est en moyenne de 28 tonnes.

En alcool, les rendements de 25 à 30 hectolitres sont normaux. En bonnes terres, les rendements sont nettement plus élevés.

La majeure partie de la production betteravière, presque les 9/10, allait à la sucrerie.

Les quantités de betteraves destinées à la distillerie peuvent être augmentées par accroissement du rendement à l'hectare, par augmentation des surfaces soumises à cette culture et par une diminution du pourcentage des betteraves allant à la sucrerie.

Augé-Laribé admet une augmentation du rendement moyen possible passant de 28,57 à 30 tonnes.

En fait, les rendements très diminués en 1914-1918, sont peu à peu remontés et, dans les très bonnes terres du Nord, permettaient une production de 35 à 45 hectolitres à l'hectare. Mais ces rendements très élevés ne peuvent être obtenus que dans les terrains profonds, parfaitement cultivés, avec apports abondants de fumier et d'engrais.

Or, il est certain que dans les années qui vont venir, pour les mêmes causes qu'en 1919-1920, les récoltes de betteraves diminueront et ne pourront remonter aux valeurs d'avant-guerre que peu à peu.

De sorte qu'en fin de compte, cette première cause de l'augmentation de la production betteravière nous semble avoir des effets assez limités et assez tardifs, et c'est même à une diminution par rapport aux rendements d'avant-guerre qu'il faudrait s'attendre pour les années qui vont venir.

Nous pensons, au contraire, qu'un accroissement assez sérieux des surfaces cultivées en betteraves pourrait être obtenu si on le voulait. La politique agricole suivie avait en effet empêché le développement de cette culture. La distillerie n'avait pas pour but de créer une richesse nationale, mais simplement de résorber des excédents de certaines récoltes.

Nous avons vu que la formation d'un petit stock de 117 500 tonnes d'alcool que j'ai appelé le stock « d'alarme », a amené, après le contingentement des sucreries, celui des distilleries.

Or, il est certain que cette politique de restriction a empêché beaucoup le développement de la culture de la betterave. Les contingents élargis ou supprimés, celle-ci se développerait.

On ne savait plus dans bien des régions ce que l'on devait cultiver comme plante sarclée.

On voyait souvent, dans d'excellentes terres à betteraves, celles-ci n'être cultivées qu'une ou deux fois en 9 à 12 ans.

En revenant à l'assolement triennal ou biennal dans certaines régions, on aurait une augmentation très substantielle des terres portant des betteraves et, par suite, de la production totale de cette plante.

D'autre part, comme Demolon le faisait justement remarquer, la betterave de distillerie n'a pas besoin d'avoir la même pureté de jus que la betterave à sucre; une betterave fourragère plus riche en sucre que la betterave fourragère ordinaire peut très bien être utilisée en

distillerie; elle pourrait être cultivée en de nombreuses régions de la France et même dans le Midi en terrains irrigués.

Enfin, notons que, pratiquement, la consommation du sucre étant presque entièrement couverte par la production métropolitaine, toute cette augmentation de la production betteravière irait à la distillerie.

Une augmentation d'un tiers seulement de la surface cultivée, c'est-à-dire de 100 000 hectares, ferait plus que doubler la production d'alcool actuelle : elle augmenterait de 3 millions d'hectolitres (239 000 t.). Or, ce résultat nous semble, si on le veut, facile à obtenir. Il est modeste si l'on considère les besoins. Mais il prend quand même une certaine importance si l'on se rappelle qu'il faudrait, pour l'obtenir, 75 usines Scholler.

Les grosses difficultés seront le manque d'engrais, de moyens de traction et surtout de main-d'œuvre. Nous y reviendrons.

b) *La distillerie de topinambour.* — La distillerie de topinambour a déjà existé en France. Depuis, elle a été complètement abandonnée comme a été abandonnée la distillerie de grain.

Plusieurs années avant la guerre, j'ai demandé en vain à ce que l'on reprenne des essais pour fixer exactement la technique industrielle et agricole.

Ce n'est qu'en 1941, que M. Blanc a pu faire réaliser à Melle, sous la direction de M. Boinot, une expérience semi-industrielle. D'autres essais, grâce au Service des Alcools de l'Équipement national, ont été faits en 1942. Ils ont été très concluants. En 1942-1943, d'après M. Blanc, la quantité de topinambours traitée sera de 60 000 tonnes.

La composition glucidique du topinambour est beaucoup plus compliquée que celle de la betterave.

Elle est complexe et variable.

A côté de lévulosanes insolubles et infermentescibles, comme l'inuline, on trouve des lévulosanes solubles et lentement fermentescibles comme la dilévane et aussi des sucres comme le glucose, le lévulose et surtout le saccharose qui fermentent rapidement.

En automne, les lévulosanes insolubles dominent; au printemps, au contraire, on trouvera surtout de la dilévane et du saccharose.

Il résulte de ce fait certaines conséquences pratiques.

La diffusion se fera plus lentement et à plus haute température que dans le cas des betteraves, aussi les distilleries ayant des batteries de diffuseurs ordinaires travailleront moins vite le topinambour que la betterave.

Au contraire, les distilleries ayant la diffusion Collette seront tout à fait bien outillées pour ce travail : c'est le cas de beaucoup de distilleries de pommes.

Enfin, le jus de topinambour fermente mieux au printemps qu'à l'automne. Mais cette fermentation reste incomplète. Aussi doit-on au printemps comme à l'automne hydrolyser les lévulosanes. Mais cette hydrolyse est très facile, et ne nécessite qu'un appareillage très simple.

Ainsi, toutes les distilleries existantes peuvent, sans complication, être adaptées au travail du topinambour.

Les usines nouvelles à créer n'offriront pas plus de difficultés que les distilleries de betteraves ou de pommes.

Or, au point de vue industriel, le topinambour possède un avantage considérable : il peut être traité après février. On peut donc, dans une distillerie de betteraves ou de pommes, doubler la durée de la campagne et, par conséquent, sans augmenter sensiblement les frais généraux, doubler presque la production de l'usine.

Je n'ai pas besoin de souligner l'importance de ce fait tout particulièrement pour les distilleries de pommes qui pourront ainsi régulariser leur production et diminuer leur prix de revient.

En distillerie de topinambour, la campagne pourrait également être prolongée car, grâce à la saccharification, les rendements seront presque égaux en automne et au printemps.

Voyons maintenant le côté agricole de la question.

La culture du topinambour est, d'après les statistiques, très restreinte. Elle n'atteignait en 1937 que 150 000 hectares, soit 0,8 p. 100 seulement de la surface labourable.

Mais en fait, les renseignements statistiques sont sujets à caution car ces tubercules sont

utilisés à la ferme même et ne donnent pas lieu à des transactions sauf dans les conditions exceptionnelles que nous traversons.

A maintes reprises, des agronomes, notamment Boussingault, Muntz et Girard, et plus récemment M. Schribaux, ont attiré l'attention sur cette plante et montré tout l'intérêt qu'il y aurait à étendre sa culture.

Sa rusticité est vraiment extraordinaire et, en terrain sain, elle n'est actuellement attaquée par aucun parasite faisant des dégâts sérieux.

Son aire d'extension est remarquablement étendue. On peut dire que le topinambour peut être cultivé partout où le sol n'est pas trop humide.

Il peut être cultivé sur les terres de défriche, sur tous les sols dans lesquels la betterave ne viendrait pas et donner cependant des rendements acceptables même si on a mis peu ou pas d'engrais. Mais il est certain qu'en bons sols, avec du fumier et des engrais, il fournira une récolte remarquable.

Cultivé dans des sols aussi variés, dans des conditions aussi différentes, il donne évidemment des rendements extrêmement variables. Exprimés en alcool, avec les variétés courantes, ils s'échelonnent de 12 à 35 hectolitres.

Mais les tubercules que nous pouvons utiliser sont très peu améliorés. Des tentatives de sélection et de création d'espèces nouvelles par croisement ont été faites surtout en vue de l'obtention de tubercules lisses. Il y a là une amélioration qui, pratiquement, se montre de peu d'importance pour l'industrie.

Par contre, une augmentation de la teneur en glucides fermentescibles sans diminution du rendement total en tubercules, est une amélioration extrêmement précieuse.

Elle semble avoir été obtenue en partie par les essais de Jos. Lefèvre qui a constitué une collection dont certains types à grand rendement titrent 18 à 20 p. 100 de glucides fermentescibles après hydrolyse. Et toutes les précautions ont été prises pour avoir une détermination de la teneur exacte, sans dessiccation préalable.

On arrive ainsi à une production de sucre, donc d'alcool, à l'hectare qui dépasse de beaucoup celle que l'on obtient avec la betterave dans les meilleures conditions.

Le topinambour mérite donc d'être cultivé ou tout au moins essayé dans les bonnes terres avec apport de fumier et d'engrais.

Le reproche que l'on a fait au topinambour d'être une plante salissante ne serait vrai que s'il était laissé dans le sol plusieurs années de suite. Or, il faut introduire cette plante dans une rotation normale et la cultiver en ligne. Dans ces conditions, elle doit être considérée au contraire comme nettoiyante.

La culture est facile; la grosse difficulté est l'arrachage qui demande beaucoup de main-d'œuvre. Cependant, des essais qui ont été faits en divers endroits, il résulte que l'arrachage mécanique peut se faire parfaitement et M. Baratte le considère comme un problème résolu. D'autres cultivateurs éminents sont encore sceptiques à ce sujet. De nouveaux essais seront faits qui sont très importants, car des résultats obtenus dépendent le développement même de cette culture.

Pendant les gelées, l'arrachage devient certes impossible. De plus, il est plus facile à l'automne quand les tubercules sont encore réunis les uns aux autres. Gardés à l'air, les tubercules se dessécheraient et moisiraient. Mais ensilés, garnis de terre, ils peuvent parfaitement se conserver. Des essais seront entrepris également à ce sujet.

C'est qu'en effet, il est capital de pouvoir travailler le topinambour à la fin de l'hiver et au début du printemps. Non pas tant à cause des transformations que subissent les lévulosanes pendant l'hiver en se transformant en lévulosanes plus facilement fermentescibles et en saccharose. Cette modification très intéressante perd beaucoup de son intérêt pratique du fait que, dans tous les cas, l'hydrolyse reste nécessaire.

Mais travaillé ainsi après la campagne des betteraves et des pommes, le topinambour sera la plante unique permettant de doubler la période de travail des distilleries actuelles. Et, d'après ce que je vous ai dit, vous concevrez toute l'importance de ce fait.

Le topinambour laisse, comme la betterave, des pulpes d'une haute valeur pour l'alimentation du bétail.

Nous voyons donc tout l'intérêt qu'il y aurait à développer cette culture. Ce développement est-il possible? Nous répondrons sans hésitation à cette question par l'affirmative.

On peut tout d'abord cultiver le topinambour là où on cultive la betterave et avec celle-ci.

Une rotation topinambours, betteraves et blé serait extrêmement intéressante. Il faudra qu'elle soit étudiée pour la meilleure répartition des engrais. Des essais sont en cours.

Étant donné les restrictions des années d'avant-guerre, je crois que l'on peut dire que par l'aménagement de l'assolement il est possible, tout en gardant à peu près la même surface de betterave, de cultiver une surface égale de topinambour. Tout cet excédent irait à la distillerie, ce qui représenterait déjà une masse importante d'alcool.

Mais bien des petites terres où l'on ne savait souvent que faire en tête d'assolement, donneraient des récoltes de topinambours satisfaisantes.

Dans beaucoup de régions de l'Ouest, du Sud-Ouest, le Limousin, le Berry, le Massif Central, la Sologne, où souvent la culture reculait devant la prairie ou le bois, le topinambour pourrait être cultivé avec profit.

Dans les Landes, comme pare-feu, il peut rendre des services. Enfin, dans les rares défriches récupérables où l'on ne peut tenter aucune plante alcooligène autre que le topinambour, celui-ci pourrait servir.

La rétrocession d'une partie de l'alcool produit au cultivateur livrant des topinambours en distillerie, peut avoir une très grande répercussion sur le développement de cette culture. C'est à M. Blanc, directeur de l'École du Génie Rural, qu'est due cette mesure si utile.

Donner des chiffres précis est impossible, mais si l'on veut absolument fixer les idées, on peut dire qu'avec la culture combinée de la betterave et du topinambour, on pourrait multiplier notre production métropolitaine d'alcool par 3 et peut-être 4.

Mais toutes ces possibilités, avec leurs heureuses conséquences, s'évanouiront si l'on ne remédie pas à la crise tragique de la main-d'œuvre dans nos campagnes.

Elle existait avant guerre. Elle menace de s'aggraver après, par suite des besoins énormes qu'entraîneront la reconstitution des régions dévastées, la renaissance de notre industrie pillée et en grande partie ruinée.

Aussi, dans de telles conditions, l'intensification de notre production agricole apparaît-elle à beaucoup de bons esprits comme une véritable utopie.

Or, comme l'a très bien démontré M. Baratte, il y a un remède à cette crise : c'est le développement du machinisme agricole et de la motoculture qui, valorisant la main-d'œuvre, permettront au cultivateur de la rémunérer à son juste prix.

Je ne puis malheureusement m'étendre sur cette question si importante et ne puis mieux faire que de vous renvoyer aux conclusions de M. Baratte dans sa conférence faite devant la Société des Ingénieurs de l'Automobile.

III. — Conclusions.

Nous en avons fini avec cet examen de nos ressources agricoles. Mais il en est d'autres que nous ne pouvons pas négliger : ce sont celles que nous offrent la synthèse de l'alcool éthylique et surtout celle de l'alcool méthylique.

La synthèse de l'alcool éthylique qui utilise l'éthane et l'éthylène, résidus des usines de synthèse d'essence et d'ammoniaque, donne un tonnage limité. Mais celle du méthanol, qui emploie comme matière première les lignites, peut donner des quantités importantes estimées à 5 millions d'hectolitres par an.

Or ces alcools de synthèse, loin d'être des concurrents pour l'alcool agricole, permettent au contraire d'augmenter la masse du carburant produit et par péréquation, d'en abaisser notablement le prix.

Il nous reste à résumer et à conclure.

J'ai examiné avec soin les estimations diverses qui ont été faites sur les possibilités d'augmentation de notre production d'alcool. Notamment celles fournies par M. Carbonaro.

Elles me semblent raisonnables, presque modestes.

Mais comme toutes les estimations de cette nature, elles sont assez arbitraires.

Aussi j'aime mieux, encore pour l'instant, avant enquête serrée, ne pas donner de chiffres, mais affirmer que si on le veut sérieusement on peut obtenir une *augmentation massive* de la production de l'alcool carburant nous permettant de couvrir la plus grande partie de nos besoins.

Et ceci au prix d'un effort industriel sérieux, mais non disproportionné aux résultats à obtenir.

Pour y parvenir, il faudra évidemment modifier le statut de l'alcool. Il devra considérer le produit qui sera sa raison d'être, comme une richesse nationale à créer. Il devra par conséquent favoriser la culture des plantes donnant de l'alcool bon marché et ne considérer la résorption de certaines cultures donnant de l'alcool cher que comme une exception.

La distillation du vin devra donc être rare, celle des pommes pourra être utilisée si les améliorations industrielles et agricoles dont nous avons parlé sont réalisées.

Le sorgho et le maïs pourront rendre des services mais limités, leurs aires d'extension étant elles-mêmes très réduites.

Les trois grandes matières premières seraient donc : le bois, si les procédés de saccharification actuellement à l'étude donnent, en grand, des résultats satisfaisants et surtout la betterave et le topinambour.

La production d'alcools méthylique et éthylique de synthèse viendrait augmenter la masse de l'alcool produit et en abaisser notablement le prix.

On peut donc conclure que l'augmentation massive de la production de l'alcool en France est possible.

Mais ce ne sont là que des possibilités techniques.

Peuvent-elles être transformées en réalité ?

Nous ne pouvons certes pas répondre à une telle question qui relève de la politique générale et nul, actuellement, ne peut prédire ce qu'elle sera.

Je ne puis envisager dans tout son ensemble la politique des Carburants et vous conseille vivement de lire à ce sujet la conférence si pleine d'enseignement prononcée par M. Pineau devant la Société des Ingénieurs de l'Automobile.

Mais je voudrais simplement envisager dès maintenant les difficultés qui, dans tous les cas, se produiront sûrement. Il y en aura peut-être d'autres. Celles que l'on peut prévoir actuellement viendront des distillateurs, des cultivateurs, des importateurs et raffineurs de pétrole et enfin de l'Etat, et particulièrement du fisc.

Dans certains milieux industriels, on peut craindre qu'un développement important de la distillerie vienne léser des situations acquises. Mais il y a tout lieu de penser que, dans l'ensemble, les distillateurs comprendront leur intérêt réel qui est de s'associer à ce mouvement de transformation de leur industrie.

Les difficultés que l'on trouvera dans le monde agricole seront sûrement plus nombreuses et plus difficiles à vaincre.

Il y aura tout d'abord les viticulteurs. Mais d'autres cultures, dont en particulier celle des plantes alcooligènes pratiquée à côté de celle de la vigne, leur assureraient une sécurité que ne pouvait leur donner la monoculture, même protégée. D'autant plus que le Service des Alcools pourrait facilement résorber les excédents de récoltes exceptionnelles.

Mais il y a surtout la masse des autres cultivateurs qui sont retenus par un scepticisme irraisonné, intuitif, mais tenace et aussi, il faut bien le dire, par des craintes parfaitement justifiées. Je ne parle pas de la rareté de la main-d'œuvre qui est d'ordre technique et dont j'ai déjà montré la gravité.

Les transformations dans les modes de cultures sont toujours lentes et le cultivateur est toujours sceptique devant les modifications que l'on voudrait rapides. Il a une force d'inertie considérable. On pourra la vaincre, mais il faudra beaucoup de ténacité et d'efforts.

Quant aux craintes justifiées, elles viennent d'un passé très récent. Après l'autre guerre, on a eu besoin de plantes textiles. On a pu, en quelques années, obtenir des cultivateurs des quantités de lin importantes. Les prix sont alors tombés, la filasse n'a pu se vendre.

Actuellement, et cela est une nécessité, on leur demande de faire des plantes oléagineuses. La guerre finie, tout cet effort deviendra inutile. Aussi les cultivateurs se demandent-ils s'il

n'en sera pas de même des plantes alcooligènes et, là où l'herbe a depuis peu remplacé la culture, il sera bien difficile de les convaincre et de leur faire retourner leurs herbages.

Il faudra donc, pour arriver à un résultat, donner aux cultivateurs une sécurité sans laquelle rien d'important ne pourra être fait.

Pour réussir, et je suis persuadé que cela est possible, il faudra entreprendre une véritable croisade avec l'espoir et la volonté du succès.

Les intérêts des importateurs et raffineurs de pétrole qui avaient créé en France une grande industrie sont parfaitement légitimes. Toute leur puissante organisation technique et administrative, leur expérience et leurs capitaux pourront trouver à s'employer dans le grand effort industriel que réclamera la création d'une nouvelle industrie de l'alcool.

Il y a enfin l'État. C'est lui qui, en fait, décidera. Or, le fisc prélevait sur les essences importées des sommes énormes. S'il voulait surcharger l'industrie nouvelle de l'alcool carburant d'impôts analogues, il l'écraserait rapidement.

Il y a donc, pour le fisc, une perte apparente certaine, massive. Mais il y a des contreparties :

La non-exportation de capitaux français qui seront sans doute plus rares après guerre qu'avant. Et nous aurons énormément de matières premières d'extrême urgence à acheter à l'étranger. Mais il y a, à mon avis, toute une série de faits encore plus importants.

Actuellement, malgré toutes les causes de désarroi et de misère, l'Agriculture connaît une situation à certains points de vue exceptionnelle. Tout manque. Tous les produits agricoles se vendent à des prix très élevés. Et la production ne cesse de diminuer devant le manque de main-d'œuvre, de machines agricoles, d'animaux de trait, de tracteurs, d'engrais, d'insecticides, de produits anticryptogamiques.

Mais cette situation favorable à certains, désastreuse pour la collectivité, ne pourra pas subsister après guerre.

Des produits alimentaires nous viendront de l'étranger.

La campagne française est riche.

La main-d'œuvre deviendra moins rare, ainsi que les animaux, les machines, les tracteurs, tous les produits chimiques nécessaires à l'agriculture.

La prospérité renaissante aura tendance à engendrer à nouveau une surproduction et entraînera, comme avant guerre, une crise générale qui pourra être très grave.

L'État interviendra en distribuant des primes de cultures, des indemnités de toutes sortes, des secours de chômage.

Une politique de production équilibrée peut, au contraire, faire de la prospérité agricole, la base même de la prospérité nationale.

On peut maintenir bon marché certaines cultures vivrières, comme celle du blé, mais à condition de permettre aux cultivateurs des cultures plus rémunératrices. Elles ne sont pas très nombreuses. Les primeurs, les légumes et fruits pour les conserveries et les usines de déshydratation, les cultures de fruits de choix pour l'exportation, l'aménagement de notre production laitière et le perfectionnement des industries qui en dérivent.

Mais il est certain que, surtout pour les régions de grande culture, les plantes industrielles auront un rôle important à jouer.

Parmi celles-ci, on ne peut pas compter sur les plantes oléagineuses sauf, pour quelques-unes d'entre elles, dans le Midi.

Les plantes textiles ne pourront avoir qu'une extension limitée. Il en résulte que les plantes alcooligènes resteront une des principales ressources pour équilibrer notre production agricole. J'ai la conviction qu'elle peut y contribuer pour une large part.

La création d'une industrie agricole qui ferait circuler des dizaines de milliards gagnés et dépensés en France, ne serait pas sans apporter une grande prospérité dans nos campagnes, dans nos villages et nos villes.

L'État pourrait alors récupérer en impôts et en indemnités de chômage et de primes de culture, qu'il n'aurait plus à payer, les droits de douane qu'il ne toucherait plus.

Mais c'est là une question de politique générale et nul ne peut prévoir ce que sera celle-ci.

MOBILISATION DES SUBSTANCES NUTRITIVES DU SOL PAR DES MESURES D'AMÉNAGEMENT ET DE CULTURE ⁽¹⁾

par le professeur SCHEFFER,
de l'Institut agricole de l'Université d'Iéna.

A l'époque présente, caractérisée par la pénurie d'engrais, le titre de cette conférence pourrait peut-être donner l'impression qu'il s'agit d'une question soulevée par la guerre et qui ne mérite l'attention que pour la durée de la guerre. Il n'en est point ainsi. La question de la mobilisation des substances nutritives du sol constitue au contraire, à toute époque, un domaine important de l'agronomie appliquée ou, pour être plus précis, de la science de la conservation et de l'accroissement de la fertilité du sol. Un sol fertile ne se caractérise pas tout simplement par une teneur élevée en substances nutritives, mais par le fait que les quantités de substances nutritives qu'il contient ont un débit assez rapide et assez soutenu, de sorte qu'elles approvisionnent les racines de la plante pendant toute la durée de croissance régulièrement et suffisamment, sans que cet approvisionnement soit excessif, car il peut en résulter des pertes par l'eau ; il faut, en outre, que les substances nutritives puissent produire dans la terre arable un effet optimum. Le but de l'agriculture ne consiste pas à conserver le capital naturel de substances nutritives, mais à l'utiliser, à le mettre en circulation et à le ramener au sol dans le circuit : sol — substance nutritive — produit végétal — produit animal — fumier d'étable — sol. Le capital incorporé au sol, loin d'être un capital mort, doit rapporter des intérêts élevés. La limite se trouve là où le sol dégage une quantité plus grande de ces substances nutritives que les plantes n'en peuvent absorber et transformer. Ce cas n'est cependant pas à redouter sur des sols gras et moyens.

Le sol est un corps vivant. Il se produit en lui des transformations et réactions semblables ou apparentées à celles qu'on observe dans n'importe quel être vivant, obéissant les unes et les autres aux lois de la chimie colloïdale. C'est à juste titre qu'on compare les substances colloïdales du sol, les agents d'absorption anorganiques, organiques et biologiques en tant que principaux centres d'énergie, avec les agents énergétiques des cellules végétales, le protoplasme, et qu'on emprunte des notions à la botanique, en parlant par exemple d'une physiologie du sol. Cette constatation, que G. Wiegner formula le premier avec clarté il y a 25 ans, est de la plus haute importance pour nos conceptions actuelles en ce qui concerne la nutrition et le rendement des végétaux. Le sol n'est pas seulement un habitat passif ou un réservoir de substances nutritives, alimenté et complété soit par ses ressources elles-mêmes, soit par l'apport d'engrais, et qui tient les substances nutritives à la disposition de la plante, laquelle peut y puiser selon ses besoins ; il intervient activement dans ce processus d'assimilation en opposant au système d'absorption de la plante son propre complexe d'absorption (Kostytchev) et en engageant avec les mêmes armes la lutte pour les substances nutritives. C'est le système le plus fort qui remporte la victoire dans cette lutte. Il est dans l'intérêt du cultivateur d'agir, en développant le complexe d'absorption de la plante, de telle sorte que cette lutte tourne en faveur de la plante, sans que le sol en souffre dans sa structure interne. Un sol à bon rendement doit toujours conserver sa faculté d'agir en régulateur sur l'absorption des substances nutritives. L'importance de ce postulat est soulignée par de nombreuses recherches récentes, qui nous enseignent nettement que le rendement d'un sol ne dépend pas seulement des quantités disponibles de substances nutritives et d'eau, mais encore de la manière dont ces facteurs de croissance produisent leur effet dans le sol. Le rendement végétal n'est pas le résultat des masses de substances nutritives agissant dans le sol, mais celui des forces résultant des masses de substances nutritives. Comme force = masse multipliée par accélération, nous devons admettre aussi, pour le système dynamique qu'est le sol, un facteur d'accélération, lequel est d'une importance décisive pour la grandeur de la force

(1) Conférence faite par l'auteur le vendredi 25 juin 1943.

productive. Cette indication suffit à expliquer que des sols contenant des masses égales de substances nutritives (que nous pouvons déterminer au moyen des méthodes chimiques en usage pour la recherche du besoin de substances nutritives) ne sont pas toujours d'un rendement égal et qu'un même sol peut avoir une productivité différente selon ses propriétés physiques et biologiques. Les discordances entre la méthode d'analyse chimique et les résultats des expériences faites dans les champs s'expliquent dans la plupart des cas dès que nous nous rendons compte que la méthode chimique analyse une masse de substances nutritives, tandis que l'expérience végétalo-physiologique, qu'elle se fasse dans un pot ou sur un champ, analyse un effet produit par des substances nutritives. De ces deux constatations : d'une part que la teneur du sol en substances nutritives disponibles pour les plantes n'est pas une valeur fixe, et d'autre part que l'effet de substances nutritives sur le rendement peut être également influencé, il résulte pour le cultivateur de multiples possibilités de continuer à tirer de son sol des récoltes élevées malgré la pénurie actuelle des engrais.

L'intérêt se concentre avant tout sur cette question : comment rendre soluble et comment utiliser d'une meilleure façon l'acide phosphorique du sol? Cette substance nutritive a été employée en quantités assez considérables, surtout en Allemagne, au Danemark et aux Pays-Bas, au cours des dernières années d'avant-guerre. Les chiffres français relatifs aux engrais mettent également en relief la grande importance que l'agriculture française attachait à cet engrais. D'après la balance des substances nutritives établie par Hahne, on constatait en Allemagne, dès le début de notre siècle, que l'incorporation d'acide phosphorique au sol était plus considérable que ce que les plantes en retiraient; à la veille de la guerre, en 1936-1938, l'excédent atteignait près de 10 kilogrammes par hectare de surface agricole utile. La quantité d'engrais alors employée a donc permis au sol de s'enrichir progressivement en acide phosphorique, mais, d'après le résultat d'une enquête faite en 1941 et portant sur plus de 900 000 expériences faites sur des terres, plus de 40 p. 100 de celles-ci ont encore besoin d'un supplément d'acide phosphorique. Cela prouve à nouveau que la plupart des terres immobilisent, sous une forme très difficilement accessible aux végétaux, l'acide phosphorique qui leur est incorporé. Aussi faut-il poser les questions suivantes :

1° Comment peut-on mobiliser les quantités immobilisées et difficilement assimilables d'acide phosphorique?

2° Comment peut-on empêcher autant que possible l'immobilisation de l'acide phosphorique des engrais?

Tandis que les anions Cl , AzO_3 et SO_4 sont à peine immobilisés dans le sol, en restant libres et disponibles pour les végétaux, l'ion PO_4 est plus ou moins fixé, chimiquement en tant que sel et chimico-physiquement en tant que combinaison absorbative.

Dans certaines circonstances, les colloïdes du sol arrivent à fixer non seulement des cations, mais encore des anions dans l'ordre suivant : Cl SO_4 PO_4 . D'après Mattson et Bradfield, il faut supposer que l'acide phosphorique peut, tout comme l'acide huminique, être une partie constitutive essentielle de l'argile colloïdale et former ainsi des combinaisons absorbatives avec des minéraux argileux, en premier lieu avec la montmorillonite. L'acide phosphorique fixé d'une façon absorbative, dans la mesure où il est échangeable contre d'autres ions, doit être compris dans la forme la plus facilement soluble et est probablement accessible aux végétaux, puisqu'un sol actif produit un nombre suffisant d'anions échangeables du genre de CO_3 . La part de l'acide phosphorique ainsi fixée est très petite en comparaison du total d'acide phosphorique et de la quantité totale dont la plante a besoin. L'acide phosphorique fixé par Al dans le réseau minéral (*Chimie analytique*, 42, 1929, 351) est, il est vrai, soluble par l'acide citrique d'après les indications dont nous disposons; il faut sans doute lui attribuer la même valeur qu'au phosphate d'aluminium, également soluble par l'acide citrique et difficilement assimilable par les végétaux. Dans la plupart des cas, l'acide phosphorique du sol se présente dans la terre sous une forme difficilement assimilable. Surtout dans un sol acide, il est fixé dans une mesure qui n'est presque pas accessible à la plante pour la production de la récolte. La majeure partie de l'acide phosphorique du sol se présente sous la forme du phosphate d' Al et de Fe , et surtout sous celle du phosphate de Ca et de Mg . Leur solubilité et leur faculté d'absorption par les plantes dépendent, pour une large part, de la réaction du

sol et des bases qui concourent à ce processus. Les phosphates d'Al et de Fe se rencontrent principalement dans des sols acides sous une forme très difficilement assimilable. Par suite d'une modification de la réaction du côté neutre ou faiblement alcalin, la solubilité de ces phosphates augmente sans cesse, de sorte que même les phosphates d'Al et de Fe, difficilement solubles, deviennent plus assimilables pour les végétaux dans un sol neutre. Ce processus précipite et rend inoffensifs les ions Al qui, comme on le sait, empoisonnent les racines dans les terres acides. Toutes ces observations s'accordent pleinement avec les nombreuses expériences faites dans les champs et que relate toute la littérature mondiale. Un grand nombre d'essais, effectués dans le monde entier démontrent, en toute concordance, que la modification de la réaction acide du sol par le chaulage entraîne une plus grande solubilité de l'acide phosphorique et par là même un approvisionnement meilleur des végétaux en acide phosphorique. Aussi le chaulage est-il l'un des plus importants moyens de mobiliser l'acide phosphorique du sol, et cela d'autant plus qu'un pourcentage très élevé de toutes les terres est plus ou moins acide. En 1941, plus de 900 000 échantillons de terres ont été examinés en Allemagne quant à leur état calcaire; malgré le chaulage élevé du temps de paix, 62 p. 100 de ces terres se sont révélées comme ayant encore besoin de chaux. Le résultat d'un examen semblable ne sera probablement pas plus favorable en France. Dans bien des cas, le besoin de substances nutritives, dépisté par des méthodes physiologiques et considéré tout d'abord comme insuffisance d'acide phosphorique, s'est avéré après coup n'être que de l'insuffisance calcaire. Il en résulte qu'il faut exiger aujourd'hui qu'on ne procède au fumage à l'acide phosphorique que s'il est prouvé que l'état calcaire du sol est normal. Le fumage à l'acide phosphorique sur des terres acides est aujourd'hui un gaspillage qu'on ne peut pas se permettre. Le chaulage ne doit d'ailleurs pas non plus s'effectuer sans méthode, mais suivre les principes connus; il faut incorporer peu de chaux d'un seul coup, mais répéter plus souvent les incorporations. L'on agira le plus sûrement en s'appuyant sur des chiffres de contrôle qu'on peut calculer facilement d'après les méthodes les plus variées et dont l'observation exclut d'avance le surchaulage. Le surchaulage, ou tout simplement un chaulage très fort, perturbe certains processus de résorption du sol et de la croissance des végétaux, et aboutit même à une nouvelle fixation partielle de l'acide phosphorique du sol.

Une importance tout aussi décisive revient, avec le chaulage, au fumage en substances organiques, au fumage en humus. Le fumage organique donne aux microorganismes du sol une source de nutrition et d'énergie dont ils ont un besoin urgent pour leur développement. L'acide carbonique dégagé par la décomposition des matières organiques facilement décomposables — matières que j'appelle brièvement de l'humus nutritif — produit des effets favorables lors de la solubilisation des substances nutritives du sol. L'autre partie du fumage en humus — l'humus stable — contribue également à rendre soluble l'acide phosphorique du sol. Ces matières d'humus agissent surtout sur les phosphates de Ca en les rendant solubles, par la transformation de cations de H ou de cations monovalents. En même temps, elles empêchent ou retardent nettement la transformation en combinaisons difficilement solubles d'acide phosphorique, de sorte qu'il est permis de parler d'un effet colloïdal protecteur de ces matières d'humus (Flieg). Au cours de différentes études récentes, on a démontré l'effet résolutif des humines dans des expériences de compostage. On a analysé, outre les engrais ordinaires des exploitations agricoles, notamment le fumier d'étable, les déchets les plus divers de l'activité économique, lignite contenant de l'acide d'humine, lignines, tourbe, etc. C'est tout particulièrement le compostage du fumier d'étable avec la terre qui a abouti à une solubilisation remarquable des substances nutritives du sol. Les différents agents : chaux, humus, activité microbienne et solubilité de l'acide phosphorique s'engrènent comme les roues dentées d'une transmission. La chaux favorise l'activité bactériologique et partant la formation d'acide carbonique, laquelle suppose à son tour un approvisionnement suffisant du sol en humus. L'acide carbonique et la formation des humines exercent une action dissolvante sur les substances nutritives du sol, lesquelles sont de la plus grande importance pour le développement ultérieur des microorganismes.

L'approvisionnement régulier du sol en chaux et en humus (humus nutritif et humus

stable) doit être considéré, parmi toutes les autres propositions relatives à la mobilisation de l'acide phosphorique du sol, comme la mesure la plus importante et qui produit en même temps un effet durable et radical. L'amélioration de l'état des terres, en ce qui concerne leur teneur en chaux et en humus, provoque en même temps les changements les plus divers et les plus profonds dans les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol, lesquelles agissent à leur tour puissamment sur la mobilisation des substances nutritives de la terre. C'est donc avec raison qu'on considère la chaux et l'humus comme les deux matières constitutives les plus importantes du sol. En constatant le besoin qu'éprouvent les terres de s'incorporer ces importants agents de fertilité, on soulève aussi la question de la possibilité de satisfaire ce besoin. Pendant la guerre, les engrais à base de chaux ne sont malheureusement pas disponibles dans les quantités désirables. Il est d'autant plus nécessaire d'employer les quantités de chaux disponibles de telle sorte qu'elles garantissent un maximum de succès. Mais pour y aboutir, des données sur l'état calcaire des terres sont indispensables. C'est pourquoi il sera absolument nécessaire d'analyser systématiquement les terres françaises quant à leur état calcaire. L'approvisionnement du sol en humus doit se faire en premier lieu au moyen d'humus tiré de l'exploitation même : fumier d'étable, compost, engrais verts, etc., dont la production, la conservation et l'application nécessitent le plus grand soin. Dans des exploitations n'ayant que peu ou pas de bétail, la paille qui n'est pas employée comme fourrage pourra être transformée en fumier artificiel ou en compost de paille. En France, dans les Instituts du professeur Demolon, à Versailles, on s'est livré dans ce domaine, à des travaux remarquables, d'où il résulte clairement que, même avec peu de bétail, toute la paille disponible peut donner un précieux fumier organique moyennant une addition relativement peu élevée d'azote; ce fumier organique possède, ce qui s'accorde avec les résultats des expériences faites en Allemagne, les qualités d'humus d'un bon fumier d'étable. Les expériences faites en Allemagne au cours des dernières années et qui tendaient à compostier le fumier d'étable avec de la terre et avec de la chaux, ont notablement amélioré les qualités du fumier d'humus obtenu par cette méthode et ont rapproché la recherche de son objectif : la création d'un humus apparenté ou semblable à la terre. On a démontré que la création de combinaisons purement absorbantes de minéraux argileux et d'acide d'humine fait nettement augmenter, d'après Sideri, Tiouline, Barbier, Demolon, etc., la solubilité des substances nutritives du sol composté. Cependant, l'introduction dans la pratique agricole du compostage au fumier d'étable rencontre de grosses difficultés quant à l'organisation de l'exploitation et du travail. Pour exécuter les travaux qu'on effectue encore aujourd'hui principalement à la main, il faut des machines de compostage utilisables. Quand on songe que l'agriculture s'efforce depuis des siècles d'enrichir le sol par le fumage au fumier d'étable, que ce travail, malheureusement, est resté bien souvent sans succès visible et que l'application d'un bon compost de terre donne la possibilité d'enrichir l'humus, il faudrait tout de même rechercher des moyens permettant de surmonter les difficultés auxquelles se heurte le compostage du fumier d'étable.

Le tas de compost devrait se trouver dans chaque exploitation pour absorber tous les déchets organiques qui ne trouvent pas d'autre utilisation, et pour les transformer en un précieux fumier d'humus. Toute exploitation agricole et l'économie d'un pays tout entier produisent une grande quantité de telles substances, sans valeur pour l'alimentation humaine et animale, telles que par exemple : la paille inutilisable comme litière, la paille de colza, les déchets de fourrage, les fanes des pommes de terre et des choux, la balle, les déchets de lin et de chanvre, les mauvaises herbes, des morceaux de gazon, les feuilles des arbres fruitiers, des arbres des routes et des parcs, les matières fécales humaines, les déchets animaux, les ordures des rues et des cours, la cendre du bois, du lignite et de la houille, les eaux d'égouts, la vase filtrante et les ordures ménagères des villes, les lignines des fabriques de papier, de cellulose et de sucre de cellulose, la tourbe, les déchets de poisson, de cuir, de laine, de corne et de tabac, etc. Actuellement, les déchets des villes, les eaux d'égouts, la vase filtrante et surtout les ordures ménagères sont encore très mal utilisés, quoiqu'ils soient d'une grande valeur. En Allemagne, on emploie plusieurs procédés pour transformer la vase filtrante, combinée avec de la litière de tourbe, en un compost facile à répandre. L'utilisation

des ordures ménagères des villes n'est malheureusement pratiquée rationnellement que dans peu d'endroits en Europe. En Hollande, les ordures ménagères de La Haye sont expédiées à une distance de 200 kilomètres, vers la province de Groningue, où elles sont compostées, après quoi on les trie et on les moud. Le compost est ensuite cédé aux cultivateurs au prix de 3 ou 4 florins la tonne. Cet exemple démontre les résultats qu'on peut obtenir par une action de grande envergure pour l'amélioration des terres pauvres en humus et peu fertiles. La ville de Liège possède également une installation destinée à utiliser les ordures ménagères : un moulin à pilon moud les ordures après le tri. D'après toutes les enquêtes faites jusqu'à présent, le meilleur traitement des ordures ménagères s'effectue, d'après un procédé danois, dans un grand moulin à boulets. Le produit obtenu par ce procédé, appelé « danordure » contient tous les éléments constitutifs des ordures fraîches, sauf les grosses pierres et les morceaux de métal, qu'on en retire pendant le broyage. Il se prête de manière remarquable au fumage biologique des couches et peut être considéré comme un succédané intégral du fumier de crottin. De telles installations de transformation des ordures ménagères sont projetées en Allemagne à plusieurs endroits; en ce moment, on en construit une à Berlin, et une autre à Hambourg. Il serait à souhaiter que toutes les grandes villes dont la population est particulièrement intéressée à la production de légumes frais, se préoccupent du problème des ordures ménagères et qu'elles se rendent compte des valeurs immenses que contiennent ces matières si nécessaires à la production agricole. A part ces sources d'humus, l'emploi des engrais verts, la culture de légumineuses, notamment de luzerne et de trèfle et de toutes autres plantes, procurent aux terres arables de l'humus excellent, en laissant sur le sol des masses végétales, des résidus de chaume, de feuilles et de racines. La grande valeur des plantes à racines profondes réside dans le fait qu'elles pénètrent jusque dans les couches inférieures du sol (ameublissement en profondeur), en ce qu'elles enrichissent le sous-sol d'humus (fumaison naturelle du sous-sol), tout en mobilisant les substances nutritives des couches inférieures en les charriant vers la couche supérieure du sol.

Ces exemples nous montrent une fois de plus que le levier le plus important de la conservation et de l'accroissement durables du rendement doit être recherché dans l'exploitation agricole elle-même.

Les mesures jusqu'ici décrites, qui ont pour but de mobiliser les substances nutritives du sol et de les faire rentrer dans le circuit physiologique, s'accompagnent d'une série d'autres efforts tendant à empêcher l'acide phosphorique soluble ou dissous du sol d'entrer dans des combinaisons difficilement solubles, et à conserver ou accroître ainsi sa faculté d'absorption par les plantes. Il ne s'agit pas seulement de la conservation et de l'accroissement de la solubilité de l'acide phosphorique du sol, mais tout autant de la conservation de l'acide phosphorique des engrais, lequel est généralement administré sous une forme facilement soluble ou extrêmement efficiente. Depuis longtemps, on estime que l'utilisation de l'acide phosphorique du fumier d'étable est plus avantageuse que celle de l'acide phosphorique des engrais. D'après les expériences de Schneidewind, de Schulze et de Wagner, son effet utile était à peu près deux fois plus grand que celui des engrais commerciaux brevetés.

De récentes expériences de Sauerlandt et de Mitscherlich ont confirmé les résultats obtenus antérieurement, en ce sens qu'elles ont également permis de constater que l'action physiologique de l'acide phosphorique du fumier d'étable sur les plantes est souvent supérieure à l'action de l'acide phosphorique des engrais chimiques, en particulier lorsque le fumier d'étable est riche en acide phosphorique. L'influence de la substance organique sur l'efficacité de l'acide phosphorique ressort notamment aussi d'expériences dans lesquelles la proportion d'acide phosphorique agissante des engrais végétaux examinés est déterminée par les méthodes de la physiologie végétale. Il n'est pas rare que la valeur active de l'acide phosphorique ainsi calculée soit supérieure à la quantité totale de P_2O_5 existant réellement, ce qui ne peut s'expliquer que par le fait que la valeur active de l'acide phosphorique contenu dans de nombreux engrais végétaux peut être accrue par la présence des substances organiques. On ne peut donner à cet accroissement de l'efficacité de l'acide phosphorique du fumier d'étable qu'une ébauche d'explication. L'acide phosphorique du fumier d'étable est lié à des particules colloïdales grossièrement dispersées de ce fumier, mais il n'est pas

possible de dire si l'on se trouve en présence d'un complexe d'acide phosphorique et d'humus ou si l'acide phosphorique s'est déposé sur les particules d'humus sous forme de phosphate de calcium peu soluble ou bien encore s'il a été absorbé par la surface des colloïdes de l'humus. Toutefois, l'action favorable d'une adjonction de fumier d'étable sur la nutrition des plantes en acide phosphorique s'explique par cette action protectrice colloïdale de l'humus sur l'acide phosphorique.

Il est également possible que, du fait de leur répartition par nids dans le sol labouré, les particules de fumier empêchent une fixation trop rapide et trop forte de l'acide phosphorique par les particules anorganiques du sol. La proportion d'acide phosphorique fixée biologiquement, et par conséquent organiquement, dans le fumier, constitue une nouvelle source de P_2O_5 qui se trouve libérée pendant le cours de la végétation et est donc continue. Sauerlandt, s'appuyant sur la suite de ses expériences, recommande l'obtention d'un fumier d'étable ou d'un compost de paille riche en acide phosphorique et bien pourri, et il propose d'élever la teneur des fumiers d'humus en substances nutritives par l'adjonction d'engrais chimiques contenant de l'acide phosphorique, afin d'augmenter ainsi, non seulement la teneur absolue en P_2O_5 , mais aussi toute l'action physiologique de la quantité totale de P_2O_5 .

A ce propos, nous attirerons l'attention sur un autre moyen visant à accroître l'action physiologique de l'acide phosphorique sur les plantes : on a proposé, pour empêcher la fixation de l'acide phosphorique dans le sol, de répartir les engrais à base d'acide phosphorique aussi inégalement que possible, soit par petits tas, soit par traînées, contrairement aux procédés habituellement recommandés (Rauterberg, Kertscher, Prianischnikow). Le procédé expérimenté récemment en Suède et qui consiste à distribuer les engrais phosphatés, et particulièrement le superphosphate sous forme de grains, poursuit le même but. Jusqu'ici, l'action du superphosphate en grains a été généralement supérieure à celle du superphosphate ordinaire. Les nouvelles expériences montrent en même temps qu'un bon enfouissement profond des engrais à base d'acide phosphorique dans les couches biologiquement actives du sol a une action encore plus efficace sur le rendement de la récolte, et que le succès est d'autant plus grand que l'engrais est réparti plus soigneusement et plus régulièrement, conformément au principe également valable pour l'application des autres engrais. La profondeur à laquelle l'engrais doit être placé dépend en général de la nature du sol, de l'importance des précipitations atmosphériques, de la température, ainsi que de l'activité bactériologique dans les diverses couches du sol. En général, la profondeur la plus favorable est la zone de la plus grande activité bactériologique. L'engrais doit être déposé plus profondément dans un sol léger et sec que dans un sol lourd et humide. La question de la fumure en sous-sol examinée depuis J. Kühn se pose dans une certaine mesure à ce propos; mais il ne peut lui être donné de réponse satisfaisante, étant donnés les résultats généralement très douteux qui ont été obtenus. Cependant, la chaux et l'humus sont les conditions préalables essentielles d'un travail fructueux du sol, ayant pour objectif final la création d'une couche de terre friable durable et, par conséquent, la constitution d'un sol « franc », car l'utilisation optima des substances nutritives ne peut être obtenue que dans une terre meuble. Sans ces deux composants, l'ameublissement n'est jamais durable, si grands qu'aient été les soins apportés à la préparation du sol. Cependant, cela ne veut pas dire que la friabilité durable d'une terre ne soit due qu'à ces facteurs. Nous savons qu'à côté du tampon solution de CO_2 et de bicarbonate, un excès de cations, une certaine solubilité des phosphates, ainsi que l'action des microorganismes du sol favorisent l'apparition et la durée de la couche franche : mais la chaux et l'humus sont la condition des actions provoquées par les premiers. Le travail du sol, le bouleversement et l'ameublissement de sa couche supérieure par l'homme, les animaux et les plantes réalisent encore les autres conditions qui permettent au sol d'atteindre finalement son état idéal. Ainsi les processus les plus divers s'enchaînent et se conditionnent presque mutuellement. La constitution de la couche franche est également la condition essentielle de la croissance optima de la majorité des plantes, car les plantes cultivées en Europe sont des cultures de terres franches. La plante développe facilement et rapidement son réseau de racines, et l'envoie dans les endroits du sol où les substances nutritives lui sont offertes sous une forme facilement absorbable. L'utilisation des substances nutritives du sol

ne dépend donc pas seulement du sol, mais aussi des propriétés des plantes. L'extension et l'activité des racines, le pouvoir absorbant de leur surface jouent en l'espèce leur rôle, de même que la consommation en produits nutritifs des diverses sortes de plantes. Pour la grande majorité des plantes, la plus grande partie des racines se trouve dans la couche de terre franche où passe la charrue; d'autres racines, en quantités variables selon l'espèce des plantes, mais toujours beaucoup moins importantes, se trouvent dans les couches inférieures. La répartition des racines dans un sol est donc une question d'espèces et de catégories de plantes, mais elle dépend en même temps, dans une large mesure, des conditions de croissance offertes par ce sol. C'est dans la couche biologiquement active que les conditions de croissance sont les plus favorables à l'extension du réseau des racines. Un sol franc et bien aéré est à ce point de vue d'une importance aussi décisive que la richesse en substances nutritives et en eau. En général, plus ces facteurs sont favorables et plus le réseau de racines est développé. En ameublissant le sol à une profondeur régulière et suffisante par un labourage soigné (en ayant soin d'éviter les sillons trop larges, en particulier dans les terres lourdes), on favorisera les échanges de gaz entre l'atmosphère et le sol et du même coup les réactions chimiques et biologiques qui, autrement, s'effectuent dans des conditions défavorables, par suite du manque d'oxygène. Lorsqu'il y a insuffisance d'oxygène et excès d'acide carbonique, des phénomènes de réduction tout à fait indésirables s'effectuent dans le sol. Des expériences faites par Opitz dans les terrains sablonneux de Dahlem ont montré que lorsque la préparation du sol est superficielle et insuffisante, l'aération diminue dans des proportions que l'acidité augmente tandis que la solubilité des substances nutritives diminue. En outre, dans les régions très pluvieuses, le travail superficiel du sol entraîne une rapide perte de chaux et d'autres matières nutritives dans les couches supérieures; si bien que des troubles, ayant de nettes répercussions sur la croissance des plantes, se manifestent au bout d'un temps relativement court dans les réactions ayant lieu à l'intérieur du sol. Au contraire, un bon travail plus profond (la profondeur du sillon ne dépassant pas toutefois 22 à 25 cm pour les céréales) a permis de maintenir, avec des rendements sensiblement supérieurs et même sans adjonction de chaux, une teneur en chaux suffisante (6,6 p H.). Dans les sols labourés en profondeur, l'action nuisible des engrais physiologiquement acides n'apparaît pas aussi rapidement ni aussi fortement que lorsque le travail du sol a été superficiel. De même, dans des terres d'alluvions lourdes et profondes, Sessous et Schwind ont constaté, au bout de quelques années seulement de préparation en surface, un appauvrissement très net en alcalins, auquel il put être pallié par un chaulage effectué à temps. Mais, lorsque les réactions s'effectuent mal et lorsque le pouvoir tampon diminue, la couche de terre franche s'affaiblit et les plantes reçoivent moins de matières nutritives. A ce sujet, des résultats provenant d'endroits très variés confirment unanimement que la teneur en substances absorbables par les racines, acide phosphorique et chaux, est toujours beaucoup plus élevée dans les parcelles ayant subi un labour profond que dans les parcelles labourées en surface.

Les résultats obtenus quant au nombre et à l'activité des bactéries dans les sols labourés en surface et en profondeur sont en parfaite concordance avec les précédents. Souvent l'influence d'un bon travail du sol apparaît encore plus nettement sur les sols lourds. Quelques expériences personnelles entreprises dans les terrains calcaires coquilliers, lesquels, comme chacun sait, sont caractérisés par une teneur en potasse relativement élevée, m'ont permis de constater clairement que, dans les sols bien travaillés, les plantes disposent rapidement d'une quantité suffisante de potasse échangeable, tandis qu'avec une même teneur en substances nutritives, les sols mal travaillés réagissent à la fumure à la potasse. Nous avons constaté en outre que la teneur du sol en substances nutritives absorbables par les plantes est soumise à d'importantes modifications au cours d'une année et qu'elle peut être influencée par la dessiccation en été, par la fumure avec des produits, organiques et par la stimulation des phénomènes microbiens au sein du sol. Le rapport entre les quantités de potasse échangeables et les quantités de potasse non échangeables peut se modifier nettement au cours d'une année. Certaines quantités de substances nutritives non échangeables deviennent échangeables; mais, pour la potasse, le phénomène contraire peut également se produire. La potasse peut se trouver fixée si fortement que tout d'abord

les plantes ne l'utilisent pas. Si, par conséquent, nous parlons de sols actifs à l'engrais, c'est-à-dire de sols qui, par opposition avec les sols inactifs à l'engrais, ne fixent guère de potasse sous une forme inéchangeable, nous devons toujours nous rappeler que cette propriété n'est pas fixe, mais modifiable par de nombreux facteurs. La fixation de la potasse sous forme inéchangeable s'effectue, abstraction faite de la fixation microbienne, par des minéraux argileux, notamment lorsque le degré de saturation de ceux-ci pour la substance nutritive en question est très bas et même inférieur à une certaine valeur limite (Chaminade). Dans le sol, la potasse et l'ammonium sont fixés principalement par les micas. Dans les cas de grave appauvrissement du sol en potasse, il faut donc toujours compter avec une forte fixation de cette substance nutritive, si bien que l'on ne peut escompter une action de l'engrais. Hauser a fait à ce sujet une constatation curieuse : à savoir que, dans ces sols, l'humus naturel favorise la fixation de la potasse par les micas en protégeant l'accès des réseaux d'un bouchage par les colloïdes libres et en les maintenant ainsi ouverts aux ions potassiques. Ainsi que nous l'avons dit, cette constatation ne s'applique qu'aux sols pauvres en potasse. Dans les terres riches en potasse, par contre, l'humus exerce une action favorable sur la végétation grâce à la fixation moins stable de la potasse par les acides humiques. En nous basant sur toutes ces expériences, nous sommes tout à fait d'avis que, dans toutes les terres ne présentant pas un caractère de pauvreté extrême, un travail très soigné du sol peut fortement contribuer à une bonne mise à profit du capital disponible en substances nutritives et diminuer ainsi l'actuelle pénurie d'engrais en accroissant la solubilité des éléments nutritifs du sol. L'emploi alterné de la charrue et de l'extirpateur, et de constantes modifications dans la profondeur du travail, compte tenu des nécessités de la formation des racines lors de la culture suivante, contribueront fortement à amener le sol à sa capacité de production optima dans le cours de l'année et à le maintenir en bon état avec un rendement maximum.

La science agronomique s'est particulièrement intéressée à la question de l'ameublissement du sous-sol. Les conditions de croissance de la racine deviennent nettement plus mauvaises à mesure que l'on gagne en profondeur. Par suite, le réseau des racines s'ameuaise visiblement. Dans beaucoup de terrains, la racine des plantes est gênée par des épaisissements du sol, de telle sorte qu'elle est obligée de pousser dans la couche supérieure et, par conséquent, dans un espace restreint. Comme le transport d'eau et d'éléments nutritifs, que l'on se représentait autrefois comme un phénomène de capillarité ne s'effectue pas sur de grandes distances (30 à 51 cm) et que la racine ne peut aller à la rencontre des substances nutritives et de l'eau du sol que dans des conditions infiniment plus difficiles, il est compréhensible que dans de tels terrains l'alimentation de la plante soit extrêmement déficiente. Les régions du sol limitant la croissance des plantes sont les épaisissements du sol de toutes natures, tels que les masses de pierres compactes (manque de fond naturel), durcissement local, limonite, sol ferrugineux, zones sèches au sens de Rotmistroff, ainsi que la forte acidité du sous-sol (manque de fond physiologique). Les résultats des recherches, en particulier en terrains argileux et lourds, présentant des épaisissements locaux, sont si favorables que l'on a d'abord dû à bon droit admettre le principe théorique de la nécessité générale d'un ameublissement du sous-sol. On pensait donc pratiquer un labour normal de la couche de terre meuble, après quoi il aurait fallu ameublir les couches inférieures compactes. Il est facile de comprendre que les durcissements locaux ou les épaisissements du sous-sol ont une action défavorable sur la croissance des plantes. La meilleure façon d'expliquer les durcissements locaux est de les considérer comme un épaisissement de la couche supérieure du sous-sol provoqué par la pression du soc de la charrue et des pas de l'homme et du cheval. Mais d'après des recherches plus récentes, il semble improbable que ce durcissement soit dû à la transformation en boue de particules plus ou moins fines. Les inconvénients des épaisissements du sous-sol sont les suivants : retard dans la pénétration de l'eau et, par suite, stagnation des eaux de pluie, remplissage des grands creux d'où l'air est expulsé. Les conséquences en sont de grandes déperditions d'eau inutiles par évaporation à la surface. Aucune circulation entre le sous-sol et la surface, aucun échange de l'acide carbonique des racines du sous-sol. Par suite du manque d'air dans le sous-sol, on

voit apparaître des phénomènes de réduction provoquant la formation de H_2S ou de composés du soufre, du sulfure de fer ou de composés du fer bivalents. Et finalement les racines des plantes sont mécaniquement empêchées de pousser en profondeur, de façon à pouvoir extraire du sous-sol les substances nutritives et l'eau qui leur sont utiles. Dans ces sortes de terrains, les plantes souffrent très facilement du manque de substances nutritives et d'eau, surtout en été.

Les 283 essais faits en Allemagne au cours de ces dernières années ont donné en moyenne générale des *augmentations de rendement* de 19 p. 100 dues à l'ameublissement du sous-sol; ce chiffre est des plus appréciables. Ces résultats ont été obtenus sur les sols les plus divers; ils ont révélé, du même coup, que près des $2/3$ de toutes les terres allemandes souffraient de durcissements locaux ou d'épaississements du sous-sol. Les causes de ces accroissements de rendement sont d'abord la modification de la teneur des terres en eau et en air et l'amélioration des conditions de température qui en est résultée dans les couches profondes. La suppression de la couche durcie a entraîné un accroissement du développement en profondeur des racines et provoqué la formation d'un réseau plus serré dans les couches plus profondes, permettant ainsi une meilleure nutrition des plantes. En outre, on a constaté, dans la majorité des cas, que la solubilité des substances nutritives du sol avait encore augmenté à la fin de la période de végétation, en dépit des prélèvements plus élevés dus à l'augmentation des rendements et que, d'après Damme, la solubilisation de la potasse du sol apparaît immédiatement après que le sous-sol a été ameubli. L'explication de ce phénomène réside dans le fait que la dissolution n'est pas seulement biologique, mais que, grâce à l'amélioration de l'arrosage et de l'aération, les produits nutritifs fixés dans le réseau minéral deviennent plus accessibles. Le réseau des colloïdes argileux est d'abord peu meuble et peu étendu; des surfaces absorbantes sont en partie agglutinées par des produits de décomposition de colloïdaux comme des restes de l'action de l'acide silicalique, de telle sorte que l'échange des ions existants ne s'effectue que péniblement. Dans cet état, le sous-sol est mort. Ce n'est que sous l'influence d'un ameublissement profond du sol et d'une plus grande activité des organismes microscopiques qu'il deviendra physiquement, chimiquement et biologiquement plus actif.

Les espèces de plantes à racine pivotante caractérisée, telles que les lupins et la luzerne, sont moins atteintes, car elles traversent les durcissements locaux lorsqu'ils ne sont pas trop épais. Les betteraves à sucre et le colza, qui forment aussi de vigoureuses racines principales, reculent par contre devant l'obstacle et poussent le long de la couche durcie jusqu'à ce qu'ils trouvent une fente ou un passage de ver de terre par lequel ils pousseront en profondeur; ainsi les betteraves à sucre se divisent. L'action favorable des lupins ou de la luzerne cultivée pendant plusieurs années peut être nettement observée sur les récoltes des plantes qui leur font suite. Si l'on met ces durcissements locaux au jour, on les trouve percés comme des tamis, et l'on voit dans les canaux des anciennes racines les racines principales des cultures suivantes qui se développent avec une vigueur moindre.

Les résultats de l'ameublissement du sous-sol varient avec l'importance de la gravité des maladies du sous-sol. Les durcissements faibles sont faciles à éliminer. Lorsque l'épaississement est plus prononcé, le dommage ne peut être réparé que progressivement et par un travail répété. La durée de l'action d'ameublissement du sous-sol dépend du sol, du climat et aussi du travail effectué sur le terrain, en dehors de l'ameublissement. Car plus le sol reçoit d'humus et de chaux, et plus l'ameublissement du sous-sol est durable et satisfaisant. On peut même dire que des apports réguliers d'humus et de chaux empêchent, dans une large mesure, la formation de couches compactes. Et, inversement, l'apparition de couches compactes dans des terres labourées indique que les apports d'humus et de chaux ont été insuffisants au cours des décades précédentes.

Le travail du sous-sol s'étend ou bien sur une partie seulement, ou bien sur toute la largeur du sillon. Dans le premier cas, il faut beaucoup moins de force de traction que dans le second, ce qui est actuellement d'une importance toute particulière. L'ameublissement du sous-sol en terrain lourd ne peut guère être obtenu avec les bêtes de trait actuellement disponibles. Ce travail exige une grande force. L'utilisation du tracteur ou de forces moto-

risées quelconques améliorera sans aucun doute, dans les exploitations paysannes, ce facteur d'entretien du sol, quelque peu négligé jusqu'à présent. Les Sociétés Eberhard, Sack Klaus, Schwartz et fils ont créé des outils appropriés. Depuis peu, on cherche à appliquer un nouveau principe en actionnant dans le sillon de la charrue ordinaire un petit moteur de 5 à 6 CV avec fraise. Il n'est certainement pas nécessaire d'ameublir le sous-sol pour chaque espèce de culture. Il suffit largement d'effectuer ce travail une fois au cours de l'assolement quadriennal et deux fois au cours de l'assolement sexennal. Les plantes à qui ce supplément de soins profite le mieux sont les tubercules, celles à qui il profite le moins sont les céréales.

Pour favoriser et accroître le développement des racines, le cultivateur dispose des moyens les plus variés : fumure, modification des réactions nuisibles, accroissement de l'apport d'humus, création d'une couche de terre meuble durable, entretien convenable du sol et ameublissement du sous-sol, régularisation de la nappe d'eau souterraine, semailles précoces, etc. Il possède ainsi des moyens efficaces d'obtenir une meilleure utilisation des éléments nutritifs du sol : acide phosphorique et potasse, et de l'eau. De grandes réserves nutritives sommeillent encore dans de nombreux prés et herbages encore utilisés sous cette forme aujourd'hui, alors que de mauvaises conditions du sol ou d'humidité les rendent peu propres à cet usage et qu'ils devraient plutôt être transformés en terres labourées. Dans ces terres se sont accumulées de grandes quantités de substances nutritives, en particulier d'humus et d'azote qui, le sol une fois défoncé, pourront être avantageusement utilisées par des tubercules. Enfin le succès de tous les soins donnés au sol dépend, dans une large mesure, de l'observance d'assolements judicieux dans lesquels céréales, tubercules et légumineuses alterneront. Nous nous trouvons ainsi en présence d'un grand nombre de mesures extrêmement diverses auxquelles il faut accorder la plus grande attention, et pas seulement à l'époque actuelle. Nous étions habitués jusqu'ici à compenser une insuffisance de substances nutritives par un apport d'engrais, sans nous rendre compte qu'il existe dans le sol des réserves de matières nutritives qui, pour des motifs quelconques, ne faisaient que faiblement ou même ne faisaient pas du tout sentir leur effet. Nous ne pillons aucunement les matières nutritives du sol en nous attaquant aujourd'hui, il est vrai, par suite de la pénurie d'engrais, au capital nutritif de ce sol et en cherchant à le mobiliser sans le remplacer entièrement pour l'instant. Ce faisant, nous nous inspirons de l'idée suivante : l'approvisionnement des terres en engrais nutritifs appropriés et suffisants, y compris les substances à l'état de traces nécessaires çà et là, est et restera toujours une tâche importante de l'économie des engrais. Personne ne contestera qu'un nouvel accroissement des rendements soit possible, même dans les pays européens à culture intensive, si l'on développe méthodiquement l'emploi des engrais et si l'on en effectue la répartition judicieuse. Cependant, nous ne devons pas voir dans l'apport de quantités de plus en plus considérables d'engrais l'unique possibilité d'obtention de belles récoltes. Nous voyons au contraire l'une des tâches essentielles de la culture, en tant que science de la composition du sol, non pas tant seulement dans un nouvel accroissement des quantités d'engrais que dans l'augmentation du rendement des substances nutritives contenues dans le sol et dans les engrais, par la culture et la modification méthodiques du sol où vit la plante.

Rapport sur l'ouvrage de M. Henry-René D'ALLEMAGNE :

LA TOILE IMPRIMÉE ET LES INDIENNES DE TRAITE⁽¹⁾,

par M. J. FRESSINET.

Lorsqu'un auteur ayant réalisé une œuvre aussi importante que celle de M. Henry D'Allemagne, y ajoute un élément, il suffirait pour en faire l'éloge, de dire que son nouvel ouvrage est digne de ceux qui l'ont précédé. Mais quand, en dépit des difficultés actuelles, celui-ci atteint la perfection de *Toile imprimée et Indiennes de traite*, on est infiniment heureux de devoir exprimer à son auteur l'admiration légitime à laquelle il a droit.

En félicitant notre éminent collègue pour le magnifique complément qu'il vient d'ajouter à son œuvre déjà si considérable, nous devons également le remercier de la lumière qu'il nous apporte dans la grisaille au milieu de laquelle nous vivons. Il est encourageant de constater que, grâce à l'érudition et à l'éclectisme d'un grand collectionneur, l'édition française vient de s'enrichir d'un ouvrage dont elle peut être fière. Cet acte de foi véritable ne doit-il pas nous donner confiance en l'avenir et nous inciter à voir celui-ci sous des couleurs moins sombres?

Dans sa préface, l'auteur, qui fait modestement appel à l'indulgence du public, nous révèle que c'est à la suite des recherches auxquelles il s'est livré à travers la France et même à l'étranger depuis 1920, qu'il a pu constituer sa collection de toiles imprimées et rassembler toute la documentation qui l'accompagne. Encouragé avec raison par M. Henri Clouzot, auteur de plusieurs ouvrages sur le même sujet, il s'est décidé à publier le résultat de ses recherches. Nous pensons avec le regretté conservateur du Musée Galliéra que, malgré l'abondante bibliographie existant sur la toile imprimée, tout n'avait pas été dit sur ce sujet; M. Henry D'Allemagne vient d'ailleurs de nous le prouver avec son dernier ouvrage.

Nous comprenons aisément que l'histoire de cette industrie si attachante ait pu tenter un grand nombre d'érudits, comme nous imaginons l'aspect de féerie que devaient présenter les prairies de Jouy lorsqu'elles étaient couvertes de toiles aux dessins multicolores, aux temps prospères de la manufacture d'Oberkampf. La variété de production, allant des fleurs aux couleurs éclatantes des « calencas » et des « indiennes », gravées sur bois, aux camaïeux des scènes de genre, gravées sur cuivre, ne devait-elle pas, en outre, tenter bien des collectionneurs?

M. Henri Clouzot ne s'est d'ailleurs pas limité à un simple encouragement, mais il a apporté sa collaboration personnelle à l'ouvrage de M. D'Allemagne sous la forme de deux avant-propos aussi substantiels qu'intelligents. L'un deux reproduit quelques pages extraites d'un cahier manuscrit d'Oberkampf donnant son *opinion*⁽²⁾ sur la technique de l'impression ou plutôt consignait les connaissances que devrait posséder un maître imprimeur sur tissus.

Il nous plaît de lire sous la signature autorisée du célèbre Manufacturier de Jouy la déclaration suivante que l'industrie contemporaine se devrait de méditer et de mettre en pratique : « Le dessin est l'objet le plus essentiel pour faciliter la vente dont dépend la prospérité d'un établissement. »

L'ouvrage de M. D'Allemagne permet de se faire une idée exacte de l'importance qu'eurent du XVII^e au XIX^e siècle l'industrie et le commerce de la toile imprimée ou de la toile peinte ainsi qu'on l'appelait à l'époque.

C'est de l'Orient que vint en France la mode de ces toiles. Les vaisseaux de la Compagnie des Indes Orientales nous importèrent en même temps que des mousselines, des organdis

(1) Henry-René D'Allemagne. La toile imprimée et les indiennes de traite. Notices par Henri Clouzot. In-4^o (33 × 23 cm). Tome I : Texte, 183 p. avec LII planches; Tome II : Album renfermant 244 planches et la nomenclature des Toiles éditées par les Buquet au XIX^e siècle. (Impression, par Lahure; Phototypies, par Duval; Dessins, par Vazquez). Paris, Librairie Gründ, 60, rue Mazarine (6^e), 1942.

(2) *Opinion* était le titre du journal d'Oberkampf.

et des percales, des cotonnades imprimées fines et légères que la fraîcheur de leurs coloris, jointe à la fantaisie de leurs dessins, rendait particulièrement séduisantes. C'est d'ailleurs pour cette raison que Paris ne connut qu'au ^{xvii}^e siècle le commencement de la vogue des toiles de coton tissées aux Indes alors qu'on en signale la présence à Marseille au ^{xvi}^e siècle. Si, au début, ces tissus furent utilisés pour orner l'intérieur des appartements en servant à la confection des rideaux, des couvre-lits et des courtelines ainsi qu'à la couverture des sièges, on en fit ensuite des robes de chambre et enfin des robes de ville. La mode féminine toujours inconstante et capricieuse, lasse des lourds tissus de laine et des soieries, se prit du plus vif engouement pour ces cotonnades exotiques que l'on nommait alors Toiles du Levant, Perses ou Indiennes.

L'ouvrage de M. D'Allemagne est composé de deux forts volumes format in-4°; il réunit près de 300 planches, dont plusieurs en couleurs, reproduisant d'une façon parfaite les plus belles toiles imprimées ainsi que quelques Indiennes de Traite. Sa composition et sa présentation sont aussi irréprochables que ses reproductions; l'ensemble, sorti des presses de l'Imprimerie Lahure, fait le plus grand honneur à cette dernière.

Le tome I, orné de 52 planches, est divisé en 5 parties.

La première est relative aux toiles de l'Inde et aux Indiennes d'imitation avant 1686. Nous savons qu'au début les imprimeurs se bornèrent à copier les dessins des tissus importés — Oberkampf l'avoue d'ailleurs dans ses *opinions* —; ce n'est que lorsqu'ils eurent acquis une certaine maîtrise qu'ils firent appel à des dessinateurs créateurs pour remplacer les copistes.

La seconde partie traite de la prohibition de 1686 à 1759; la vogue des toiles imprimées avait fait une telle concurrence aux fabricants de soieries et de lainages que ceux-ci demandèrent au roi de prendre des mesures de protection en faveur de leur industrie menacée. Deux édits et quatre-vingts arrêts du Conseil intervinrent donc pour prohiber l'importation, la fabrication et même le port de la toile peinte. Ces arrêts furent d'ailleurs vains et la répression resta à peu près inopérante. Cependant la production nationale en fut affectée et ralentit à un tel point qu'elle provoqua un exode de la main-d'œuvre française qualifiée. Un rapport de l'époque estime à plus de 40 000 le nombre des ouvriers qui émigrèrent à l'étranger.

La troisième partie du volume se rapporte à l'époque de 1759 à 1786 où la fabrication était redevenue libre. Après la levée des édits de prohibition, il fallut protéger les manufactures françaises d'impression contre la concurrence de la production étrangère qui avait pris une avance considérable en profitant de la prohibition ainsi que de la collaboration apportée par les ouvriers expatriés.

La quatrième partie retrace l'histoire des manufactures situées dans la plupart des provinces françaises et particulièrement en Ile-de-France, en Flandre, en Picardie, en Lorraine, en Normandie, en Bretagne, en Anjou, en Touraine, en Orléanais, en Bourgogne, en Limousin, en Guyenne, en Gascogne, en Languedoc, en Provence, en Dauphiné, en Lyonnais, en Savoie et en Alsace.

En 1806 on comptait encore 144 manufactures, non compris celles situées dans le Bas et le Haut-Rhin; si toutes n'avaient pas l'importance de celles d'Oberkampf qui occupaient plus de 1 300 personnes, celles de Mulhouse, de Colmar, de Wesserling, de Lyon et de Vézille employaient un très nombreux personnel. Leur production qui était considérable transformait en toile imprimée un nombre imposant de pièces de cotonnades.

La dernière partie de l'ouvrage fournit une documentation du plus haut intérêt sur la traite des nègres au ^{xvii}^e et au ^{xviii}^e siècles, à laquelle nous devons les tissus imprimés dits « Indiennes de traite » parce qu'ils servaient de monnaie d'échange pour négocier la vente des esclaves de couleur.

Le développement de la culture du coton, du café, du riz et de la canne à sucre obligeant les planteurs à employer une main-d'œuvre indigène importante, certains navigateurs se chargèrent de la recruter parmi les nègres et devinrent de véritables marchands d'esclaves. Les compagnies les plus puissantes, telles que celle des Indes Occidentales, celle du Sénégal, celle de Guinée et celle de Saint-Domingue, se chargèrent également de l'importation des nègres. Ce commerce, qui rapportait d'ailleurs de sérieux avantages aux trafiquants, se

réalisait à l'aide de marchandises : on échangeait les esclaves contre des pièces de tissu, des mouchoirs, de la verroterie et de la quincaillerie. De nombreuses pièces de toile imprimée aux couleurs vives furent ainsi embarquées sur les navires des négriers chargés de dépeupler l'Afrique au profit des Antilles, de Saint-Domingue, de la Havane et autres centres de plantations. Séduits par la pacotille que leur proposaient ces trafiquants, les nègres se laissaient expatrier et devenaient des esclaves. On aura une idée un peu plus exacte de l'importance que pouvait présenter la traite des nègres pour le commerce de la toile imprimée, lorsqu'on saura qu'en deux siècles et demi, cette chasse à l'homme arracha d'Afrique 40 à 50 millions de noirs.

Trente planches d'Indiennes de Traite imprimées à Nantes à la fin du XVIII^e siècle terminent ce premier volume. La reproduction en couleurs des dessins en est parfaite et leur composition présente dans son ensemble infiniment de caractère.

Le tome II de l'ouvrage est surtout un album de planches ; il est néanmoins précédé d'une nomenclature complète des toiles et des mouchoirs gravés sur cuivre par les Buquet au XIX^e siècle. Ces Buquet formèrent dans la région rouennaise une dynastie de graveurs, au burin de laquelle nous devons une centaine de planches. Cette curieuse nomenclature nous montre que leur champ d'action s'étendait depuis les mouchoirs d'instruction militaire jusqu'aux scènes allégoriques et aux portraits officiels en passant par les calendriers, les cartes géographiques et tous les sujets anecdotiques possibles. Une exposition des planches gravées du Musée de Rouen nous montra, il y a quelques années, la variété infinie de cette production ainsi que l'habileté professionnelle des graveurs Buquet.

Parmi les 244 planches qui composent le tome II, il en est dont les dessins sont dus à des artistes tels que Huet, Pillement, Horace et Carle Vernet et Hippolyte Lebas. Quelques planches reproduisent des toiles de l'Inde sur lesquelles l'influence persane se fait nettement sentir, d'autres reproduisent des voiles de Gênes ainsi que certaines toiles anglaises. Mais la majorité de ces magnifiques reproductions est consacrée aux toiles françaises imprimées à Jouy, à Rouen, à Nantes, à Bolbec, à Villefranche-sur-Saône, à Bordeaux et en Alsace.

La diversité d'inspiration et d'expression des sujets traités nous fait comprendre l'engouement du public pour ces toiles peintes. On y voit tour à tour alterner les scènes pastorales avec les scènes mythologiques, les scènes religieuses avec les scènes de chasse, les scènes historiques avec les scènes sportives, les évocations de monuments avec les évocations de batailles. L'actualité y trouve même sa place sous la forme des représentations théâtrales et des scènes des romans à la mode, voire même des allégories à la gloire du roi et de l'empereur. Il y a dans les planches à simple décor floral, une fraîcheur d'inspiration et une étonnante fantaisie bien susceptibles de provoquer tous les désirs d'achat de la clientèle féminine.

Quelle belle leçon pour les industries d'art et en particulier pour les industries saisonnières ! Les résultats de ce renouvellement constant des modèles sont tout à fait tangibles et nous espérons que l'ouvrage de M. D'Allemagne exercera une influence heureuse sur les créations contemporaines. Il nous montre que, même à certaines époques troublées de notre histoire, l'industrie française fit des efforts considérables pour maintenir la qualité artistique et technique de sa production.

Si nous ajoutons que la plupart des toiles reproduites dans cet intéressant ouvrage proviennent de la collection particulière de l'auteur, on comprendra mieux encore le mérite qui lui revient. On reproche parfois à certaines collections d'être des tombeaux fermés au public et à certains collectionneurs une tendance à profiter égoïstement de leurs trouvailles, on doit donc féliciter tout particulièrement le grand collectionneur qu'est M. D'Allemagne qui, en diffusant le résultat de ses recherches, n'eut pour but que d'en faire profiter ses contemporains afin qu'ils puissent à la fois y puiser la joie et l'enseignement.

Bornons-nous, pour conclure, à extraire de la post-face de l'éminent auteur la phrase suivante : « Une fois de plus le génie français partant d'un art d'imitation quand il copiait les toiles de l'Inde, s'est élevé avec la grâce, la fertilité d'invention de ses grandes planches de cuivre à une création si originale qu'elle a pu être imitée mais non égalée à l'étranger. »

NOTE DU COMITÉ DES CONSTRUCTIONS ET DES BEAUX-ARTS

Oberkampf.

Le Comité des Constructions et des Beaux-Arts remercie M. Fressinet de sa communication. En félicitant M. D'Allemagne d'avoir, dans son magnifique ouvrage, évoqué le centre d'activité artistique et industrielle française que fut la Manufacture des Toiles de Jouy, fondée par OBERKAMPF, il rappelle que l'Exposition universelle de 1900 réserva à juste titre une place d'honneur, dans le Musée rétrospectif de la classe des tissus, à la commémoration d'Oberkampf et de son œuvre.

* OBERKAMPF(1), Christophe-Philippe, né à Wisenbach (Bavière) en 1738, naturalisé français en septembre 1770, mort en 1811. Il était fils d'un teinturier et fut le créateur de la manufacture de toiles peintes de Jouy.

* A dix-neuf ans, il se rendit à Paris et, deux ans après, n'ayant qu'un capital de 400 francs, il s'établit dans une chaumière de la vallée de Jouy, se chargeant seul du dessin, de la gravure, de l'impression et de la teinture des toiles.

* Bientôt son établissement prit une extension prodigieuse et fit la richesse du pays. C'est sur le modèle des ateliers d'Oberkampf que l'industrie des impressions sur tissus, si considérable aujourd'hui en France, a longtemps formé tous ses établissements.

* Louis XVI, en mars 1787, donna des titres de noblesse à Oberkampf. Napoléon voulut le faire sénateur, mais Oberkampf refusa.

Cette exposition, très bien présentée, comprend entre autres :

Des rideaux, échantillons de toiles peintes de la manufacture de Jouy, portant pour la plupart la marque de fabrique;

La planche du chef de la manufacture en 1790;

Plusieurs robes en toile peinte et des objets personnels ayant appartenu à Oberkampf et à sa famille;

Des albums d'échantillons du règne de Louis XVI, de la Révolution et de l'Empire;

Un tableau représentant la manufacture de Jouy en 1807;

Les lettres patentes de Louis XVI, de 1783, donnant à la manufacture de Jouy le titre de manufacture royale;

Le portrait d'Oberkampf par le baron Gérard;

Il convient ici de rappeler les paroles authentiques de Napoléon à Oberkampf, lors d'une visite du fabricant à Versailles : « Vous et moi, nous faisons une rude guerre aux Anglais, vous par votre industrie et moi par mes armes. C'est encore vous qui faites la meilleure. »

La croix de la Légion d'honneur remise par Napoléon à Oberkampf le 20 juin 1806, appartenant à son arrière-petit-fils, le baron Paul Oberkampf, croix que Napoléon a détachée de sa poitrine pour la remettre à Oberkampf;

Une photographie du tableau d'Isabey à Versailles, représentant cette auguste scène;

Un tableau commémoratif des prix décennaux en 1810;

La reproduction des ateliers de la manufacture de Jouy, en 1788, sur toile peinte (rouge sur fond écreu);

L'autorisation du gouvernement révolutionnaire, 3 floréal an II, pour Oberkampf :

* De continuer, avec sa femme et ses enfants, des opérations qui ont été reconnues utiles à la République

* Les membres du Comité de salut public :

* Barère, Collot-d'Herbois, Lindet, Carnot, Billaud-Varennès.

LÉGENDES DES PLANCHES

Planche I. — LE BALLON (cliché inédit prêté par M. H. D'Allemagne).

Planche II. — LES TRAVAUX DE LA MANUFACTURE. Jouy, Oberkampf, 1783. (Planche extraite du T. I.).

Planche III. — MOTIFS INDIENS : FLEURS ET FRUITS. Jouy, Oberkampf, 1785. (Planche extraite du T. II.).

Planche IV. — LES ACROBATES CHINOIS (d'après un dessin original de Pillement). Manufacture de Senn, Bidermann et C^{ie}, Mulhouse (Haute-Alsace), 1790. (Planche extraite du T. II.).

Planche V. — LA CHASSE AU CERF. Jouy, Oberkampf. Dessin d'Horace Vernet, 1815. (Planche extraite du T. II.).

(1) Extrait du Rapport du Musée rétrospectif de la classe des tissus à l'Exposition de 1900.

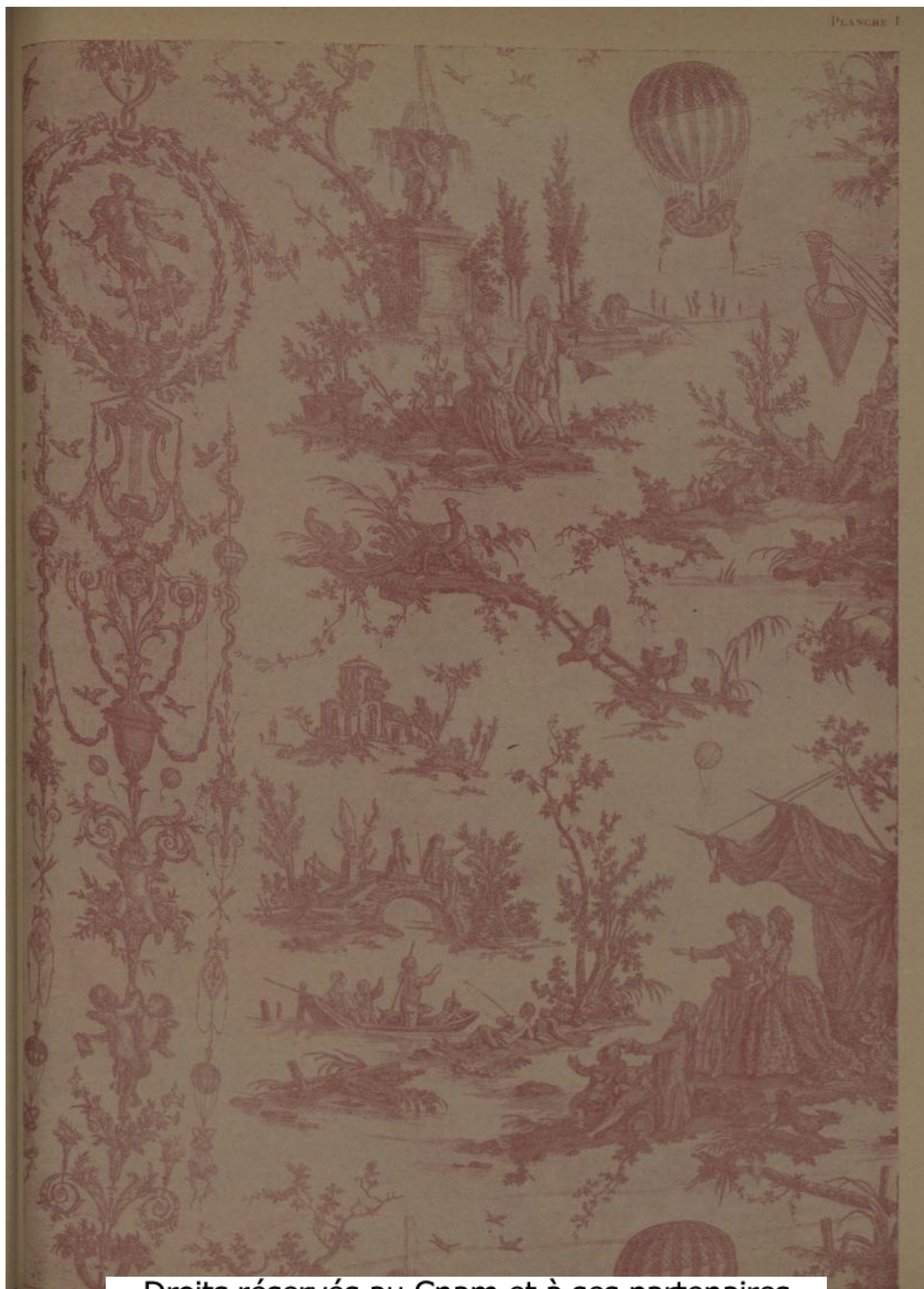






PLANCHE IV.





INSTITUT DE RECHERCHE ET DE COORDINATION ARTISTIQUES ET TECHNIQUES (IRCAT)

L'émaillage au grand feu de la vaisselle en porcelaine.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION PRISE DANS SA SÉANCE DU 5 MAI 1943.

Depuis un siècle et demi, les fabricants de porcelaine ont souvent, sur la matière translucide vitrifiée à 1 400°, superposé, par des procédés industriels imités de ceux appliqués à la faïence dure, un décor facile cuit à 800°.

Pour gracieux qu'il ait pu être parfois ce genre de décor, il ne saurait que déprécier la valeur artistique d'une argile qui, précieuse par elle-même, ne peut être enrichie que par un accord technique des matières et des températures de cuisson.

Cet accord, grâce à quoi « le décor tient à l'objet comme la peau tient au corps », selon la saisissante formule de Viollet-le-Duc, était pourtant caractéristique de la tradition française, suivant laquelle les glaçures transparentes sur les terres incrustées avaient toujours fait valoir la matière de support, dans les pièces de comble, les carrelages et les poteries du Moyen Âge comme dans les délicates faïences d'Oiron au XVI^e siècle, avant que l'influence italienne n'eût introduit l'habitude de cacher sous un émail opaque blanc la terre, considérée comme une matière inférieure.

Du jour où la découverte des gisements de Saint-Yrieix avait doté l'Europe occidentale de la plus précieuse des argiles, il semblait que l'industrie dût associer l'œuvre du grand feu à la fabrication usuelle, comme les artisans chinois, comme les manufactures de Sèvres et de Copenhague, comme nos artistes potiers, Chaplet, Delaherche, l'avaient fait dans des pièces d'une rare qualité.

C'est à quoi ont tendu les recherches d'un descendant d'une lignée de porcelainiers limousins, M. Camille Tharaud, qui non seulement a appliqué à la vaisselle la technique du sous-émail sur dégourdi, mais a inventé un surémail de pegmatite colorée dans la masse, posé à cru sur dégourdi et fondant à la température de vitrification de la terre même et de sa couverte feldspathique.

Ainsi, en même temps qu'il enrichissait la matière, il économisait une des deux cuissons nécessaires dans la porcelaine pauvrement décorée au feu de moufle.

En réalisant dans la cuisson la substitution du charbon au bois, dont la flamme oxydante rend difficile la conservation de la blancheur de la porcelaine, il a achevé de rendre pratiquement industrielle la fabrication de services dans lesquels la pâte transparente, posée à l'aérographe, donne des intensités de couleur variables suivant les creux des lignes obtenues par le coulage de la forme.

Le Conseil d'Administration de l'IRCAT signale aux Administrations des Beaux-Arts et de l'Enseignement Technique l'intérêt que suscite l'évolution traditionnelle, saine et populaire, tracée ainsi par M. Camille Tharaud pour l'avenir de la porcelaine française.

Étude comparée de divers produits de laquage.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION PRISE DANS SA SÉANCE DU 29 SEPTEMBRE 1943.

On sait quelle fut, au XVIII^e siècle, l'importance de la laque de Chine comme moyen d'expression artistique. C'est à cette époque que les frères Martin mirent au point un procédé de décoration qui, sans utiliser la laque d'Extrême-Orient et sans la supplanter, ne mettait en œuvre que des matériaux déjà connus en Occident. Cette dualité s'est perpétuée, et les laqueurs de notre époque se servent, les uns de la laque d'Indo-Chine, les autres de laques et de vernis issus de résines naturelles ou synthétiques.

Mais ces laques et ces vernis ne sont pas seulement des moyens de décorer les surfaces. Ils doivent aussi remplir un rôle de protection plus efficace que les peintures ordinaires, et leur emploi fut général, notamment en carrosserie. A la laque d'Indo-Chine, les besoins de l'industrie moderne allaient assigner une tâche plus rude : au cours de la guerre 1914-1918, un artiste laqueur, M. N'Guyen Can, proposa et réalisa avec succès le laquage industriel des hélices d'aviation qui étaient alors fabriquées de planches collées et dont il fallait assurer l'indéformabilité par l'application d'un enduit résistant et imperméable.

Aujourd'hui, il est permis d'envisager dans l'industrie d'après-guerre des emplois nouveaux des laques et des vernis. Répondant à l'invitation de l'IRCAT, quatre artistes laqueurs, connus pour la beauté des œuvres décoratives qu'ils ont réalisées dans les domaines des meubles, de la tabletterie, etc., et qui ont parfaitement résisté dans les conditions normales auxquelles de telles œuvres se trouvent exposées, soumièrent pour ces épreuves industrielles les produits habituellement employés par eux.

Des épreuves de résistivité au courant électrique, d'imperméabilité, de dureté, de flexibilité, de résistance à divers agents chimiques et à l'eau de mer, de combustibilité ont pu, en conséquence, être faites au cours de l'été 1943 aux laboratoires d'Electricité et d'Art appliqué aux métiers du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Nature et désignation des supports. — Cinq plaquettes d'aluminium de 8 cm $\times$ 12 cm, sablées sur les faces à laquer, ont été remises à chaque concurrent. Elles sont ainsi désignées au cours du rapport :

a)	plaquette aluminium	1 mm	laquage simple face.
b)	—	—	2 mm — —
c)	—	—	— — —
d)	—	—	— — double face
e)	—	—	— — —

Nature et désignation des laques. — A la nature des laques employées correspond un numéro en chiffres romains, apposé sur chaque plaquette :

- I. — Laque d'Indo-Chine.
- II. — Laque nitro-cellulosique (solvant : acétone).
- III. — Laque cellulosique (solvant : acétone).
- IV. — Laque à base de résines naturelles et d'essence de térébenthine.

C'est ce chiffre romain qui, au cours du rapport, servira à la désignation de nature des échantillons.

Résultat des épreuves.

1° Résistivité au courant électrique (plaquettes e).

D'après le rapport du professeur E. Lefrand, les résistivités comparées sont :

I	94	stable.
II	8,5	} instables.
III	4,4	
IV	1	très instable.

Les essais ont été faits de 110 à 450 volts.

La résistivité du n° I est de l'ordre de grandeur de celle du mica vert ordinaire, excellente par conséquent.

2° Perméabilité (plaquettes d).

Les plaquettes ont été immergées trois jours et pesées avant et après immersion. Les plaques I et II ne présentaient aucune modification d'aspect. Les plaques III et IV étaient couvertes d'une multitude de petites cloques qui disparurent plus ou moins par la suite. Les accroissements de poids sont les suivants :

I	0,069 g
II	0,046 g
III	0,110 g
IV	0,095 g

3° *Dureté* (plaquettes a).

Les quatre plaquettes ont gardé la trace d'une pointe d'acier, mais les essais faits avec l'ongle et avec une pointe de bois dur n'ont pas marqué la plaquette I et n'ont que médiocrement entamé la plaquette IV. Les plaques II et III se sont montrées plus fragiles.

4° *Flexibilité* (plaquettes a).

Pliage à angle vif dans un étau garni de bois jusqu'à ce que l'enduit de laque se fende le long du pli.

La mesure de l'angle ainsi obtenu a permis de donner des notes de 0 à 10 (1 point pour 18°).

I	48°	2,66
II	49°	2,72
III	32°	1,77
IV	107°	6

5° *Résistance à divers solvants* (plaquettes b).

Les angles des plaques ont été soumis simultanément à l'action des produits suivants : alcool absolu, acétone, essence minérale, essence de térébenthine. La plaquette I a résisté à tous ces solvants, alors que toutes les autres y furent plus ou moins sensibles. Des notes de 0 à 10 expriment l'état de chaque plaquette après l'épreuve, du dépouillement total (0) à l'insensibilité complète (10).

	ALCOOL	ACÉTONE	ESS. MINÉRALE.	E. TÉRÉBENTHINE
I	10	10	10	10
II	7	1	2	9,5
III	3	0	0	9
IV	0	2	0	7

6° *Résistance aux acides et à l'alcali* (plaquettes d).

La même méthode a été employée que pour l'essai précédent. D'abord avec le bain de décapage des doreurs, composé de deux parties d'acide sulfurique et d'une partie d'acide azotique. Résultats, après 5 minutes :

- I : aucun changement, sauf une légère altération de couleur.
- II : dépouillement presque complet.
- III : dépouillement presque complet.
- IV : dépouillement total.

Ensuite, avec : bain de dérochage, composé d'une partie d'acide sulfurique et de 10 parties d'eau; puis acide chlorhydrique pur; enfin alcali. Durée de ces trois épreuves : 30 minutes. Aucune des plaquettes n'a été altérée par ces trois derniers produits.

7° *Tenue à l'eau de mer* (plaquettes e).

Plongées pendant 2 semaines dans de l'eau de mer, les plaquettes présentaient après immersion le même aspect qu'après le séjour dans l'eau douce, c'est-à-dire : aucune altération pour les plaques I et II. Les plaques III et IV étaient couvertes de petites cloques.

8° *Combustibilité* (plaquettes c).

Tableau (ci-après) de l'expérience commencée en étuve chauffée électriquement, et terminée dans un four d'émailleur au gaz.

	I	II	III	IV
70°				devient poisseux
100°		dégagement de fumée		
105°			petites cloques	
115°			grosses cloques	
120°		petites cloques		
150°		couvert de cloques <i>carbonisé</i>	<i>carbonisé</i>	s'est durci
230°				dégagement de fumée
270°	grésille avec petites cloques			grésille avec petites cloques
280°				<i>carbonisé</i>
300°		<i>calciné</i>	<i>calciné</i>	
350°	flambe			
360°	<i>calciné</i>			<i>calciné</i>

TABLEAU RÉCAPITULATIF DES ESSAIS.

Plaquettes	Flexibilité 1 point pour 18°	Perméabilité Milligrammes d'eau absorbée	Dureté Note de 0 à 10	Résistivité élect. relative de 0 à 100	SOLVANTS				ACIDES			Alcali volatil de 0 à 10	Combustibilité en degrés centigrades	Eau de Mer de 0 à 10
					Alcool absolu de 0 à 10	Acétone de 0 à 10	Essence Minér. de 0 à 10	Ess. Térébent. de 0 à 10	Décapage de 0 à 10	Dérochage de 0 à 10	Chlorhydrique de 0 à 10			
I	2,66	69	10	94,0	10	10	10	10	9	10	10	10	280	10
II	2,72	46	1	8,5	7	1	2	9,5	2	10	10	10	150	10
III	1,77	110	1	4,4	3	0	0	9	1	0	10	8	115	3
IV	6	95	5	1	0	2	0	7	0	10	10	10	280	2

Conclusion.

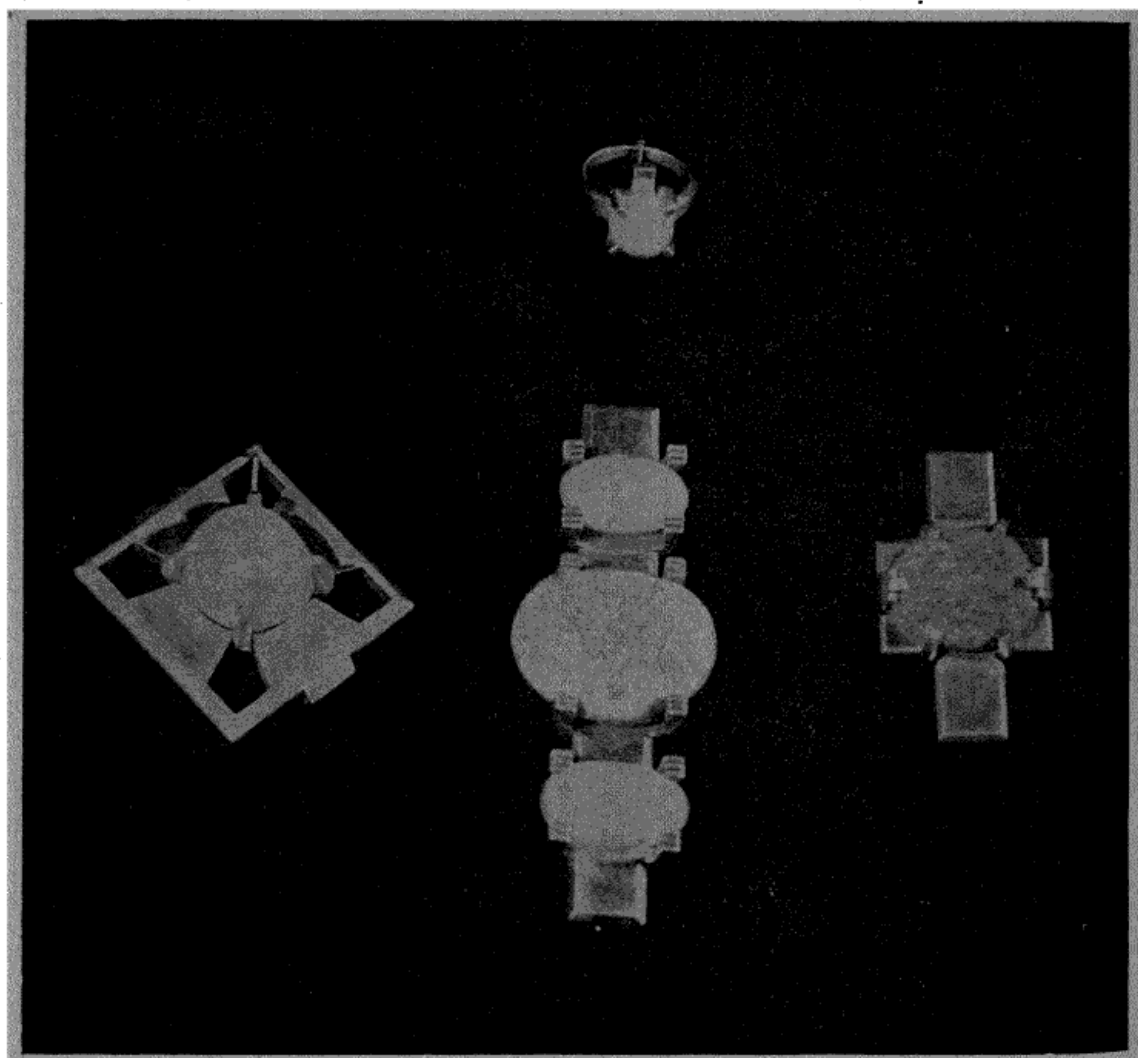
La conclusion à tirer de cette première série d'épreuves est que, si certains produits se sont montrés plus flexibles (laques nitro-cellulosiques et résines naturelles), plus imperméables (laque nitro-cellulosique), aussi résistants à l'eau de mer (l. nitro-cellulosique) que la laque d'Indo-Chine, ce dernier produit est le seul qui ait résisté sans altération aux agents chimiques les plus concentrés. Il y a là une indication du plus grand intérêt pour l'industrie, de même que la qualité d'excellent isolant électrique signalée par M. N'Guyen

Can et confirmée par le rapport du professeur Lefrand. Le jour où il faudra réparer les dommages causés par une longue guerre, il y aura du travail pour tous et tous les matériaux devront être employés au mieux. Il ne sera pas sans intérêt de savoir que l'Indo-Chine française peut fournir en grandes quantités un produit qui, presque sans transformation industrielle, peut s'employer facilement et présente d'exceptionnelles qualités.

Rapport de M. R. FÉAU,
Chef de travaux pratiques au Conservatoire national des Arts et Métiers.
25 Septembre 1943.

Section touristique régionale Provence-Languedoc.

DÉCISION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION PRISE DANS SA SÉANCE DU 29 SEPTEMBRE 1943.



Pl. 1. — Bijouterie fantaisie en aluminium découpé et martelé et cailloux de la Méditerranée
composée par M. H.-M. Magne
exécutée par M. P. Pernet.

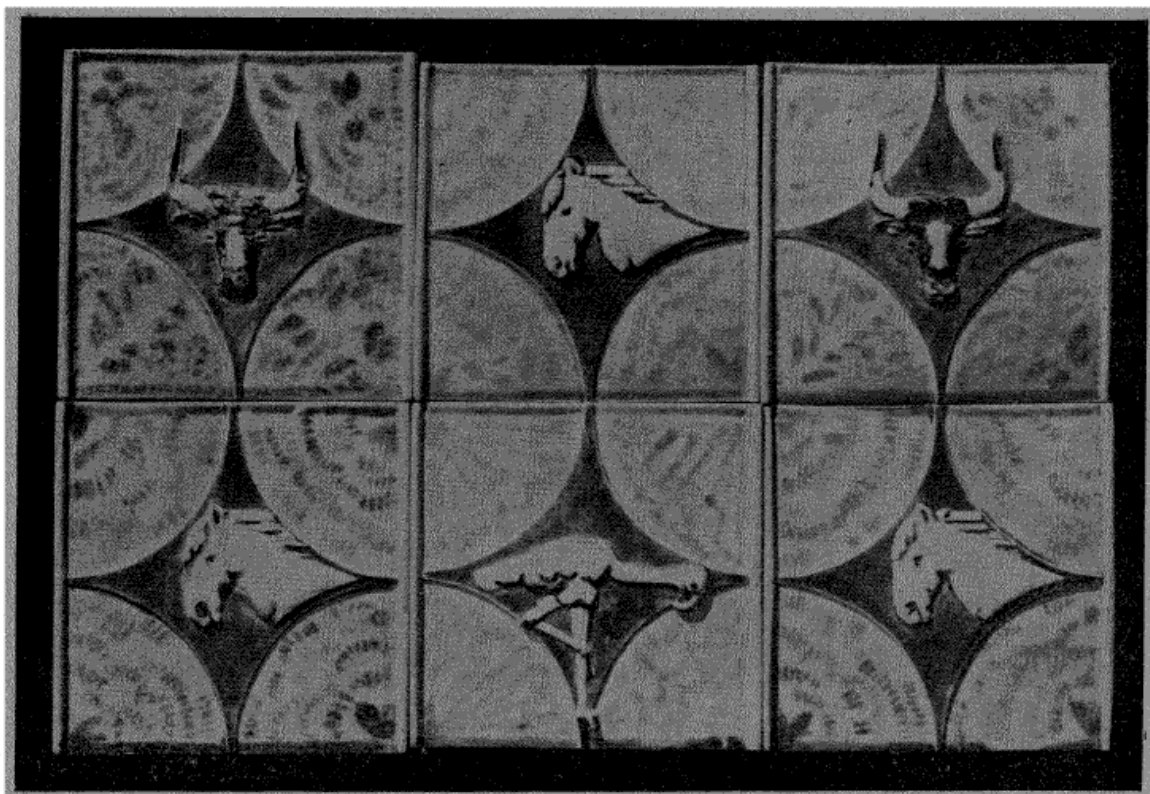
Laboratoire d'Art appliqué aux Métiers du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Parmi les problèmes que pose le relèvement de la France, un des plus importants est celui des transports. A sa solution seront liés la vie même du pays et aussi son redressement financier, par l'apport de devises étrangères que procure le tourisme.

Aussi la Section « Tourisme » de l'IRCAT a-t-elle déployé depuis 3 ans une activité qui s'est manifestée, dès l'Exposition de la Qualité française organisée en 1941 à la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale, par des recherches nouvelles concernant la signalisation des routes.

De telles études, comme celles relatives à la route même et aux véhicules, sont dans le cadre national et dépassent même ce cadre.

Il importe de se préoccuper aussi du développement régional du tourisme et, pour cela, d'encourager et de coordonner les efforts locaux.



Pl. 2. — Carreaux céramiques en émail translucide sur terre blanche
composés par M. Bernard

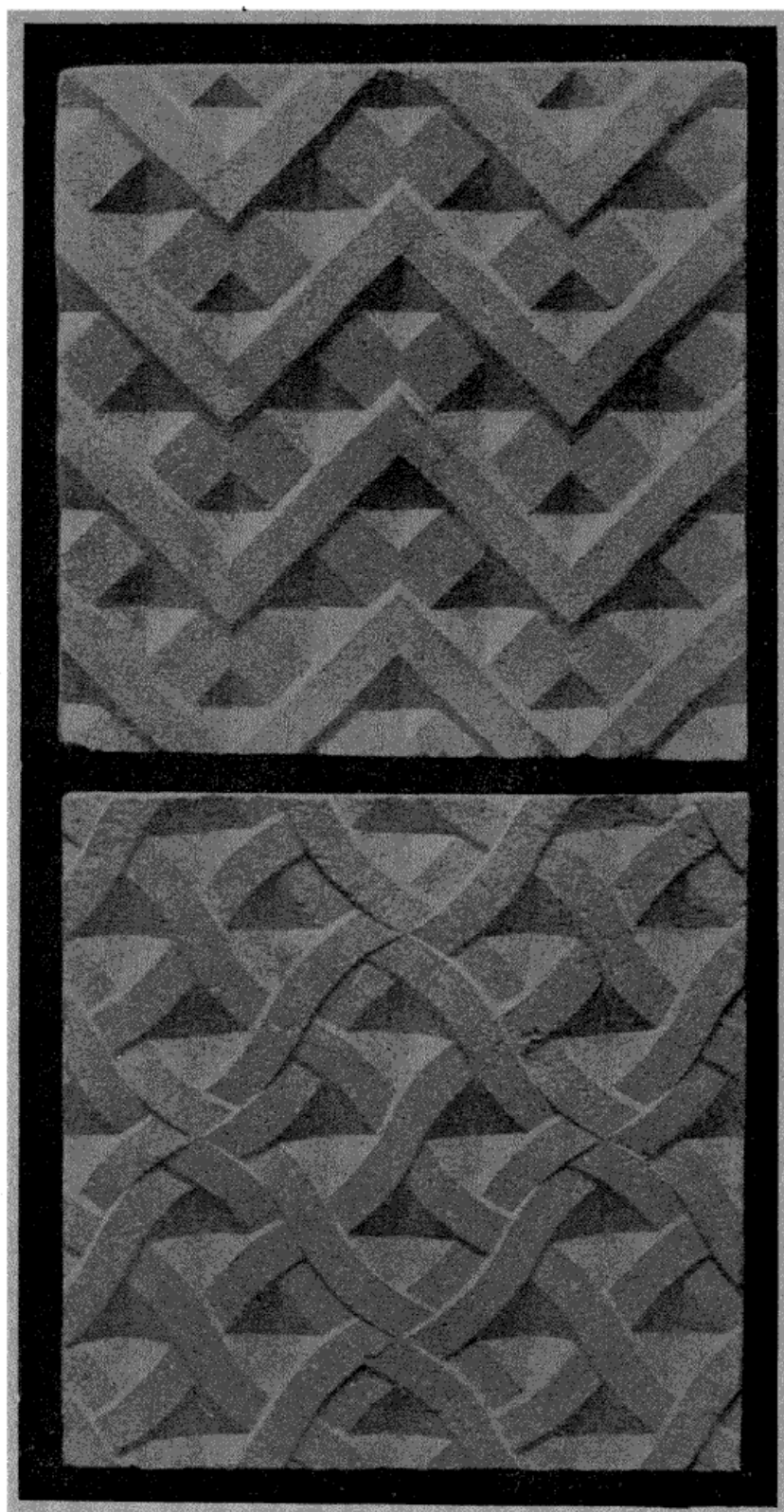
exécutés au Laboratoire d'art appliqué aux Métiers du Conservatoire national des Arts et Métiers.

De ces efforts, des artistes de Montpellier ont fourni un exemple en fondant une Société dite « Oubradou d'art lengadoucien » pour « affirmer le caractère, exprimer le génie et servir le rayonnement du pays de Languedoc ».

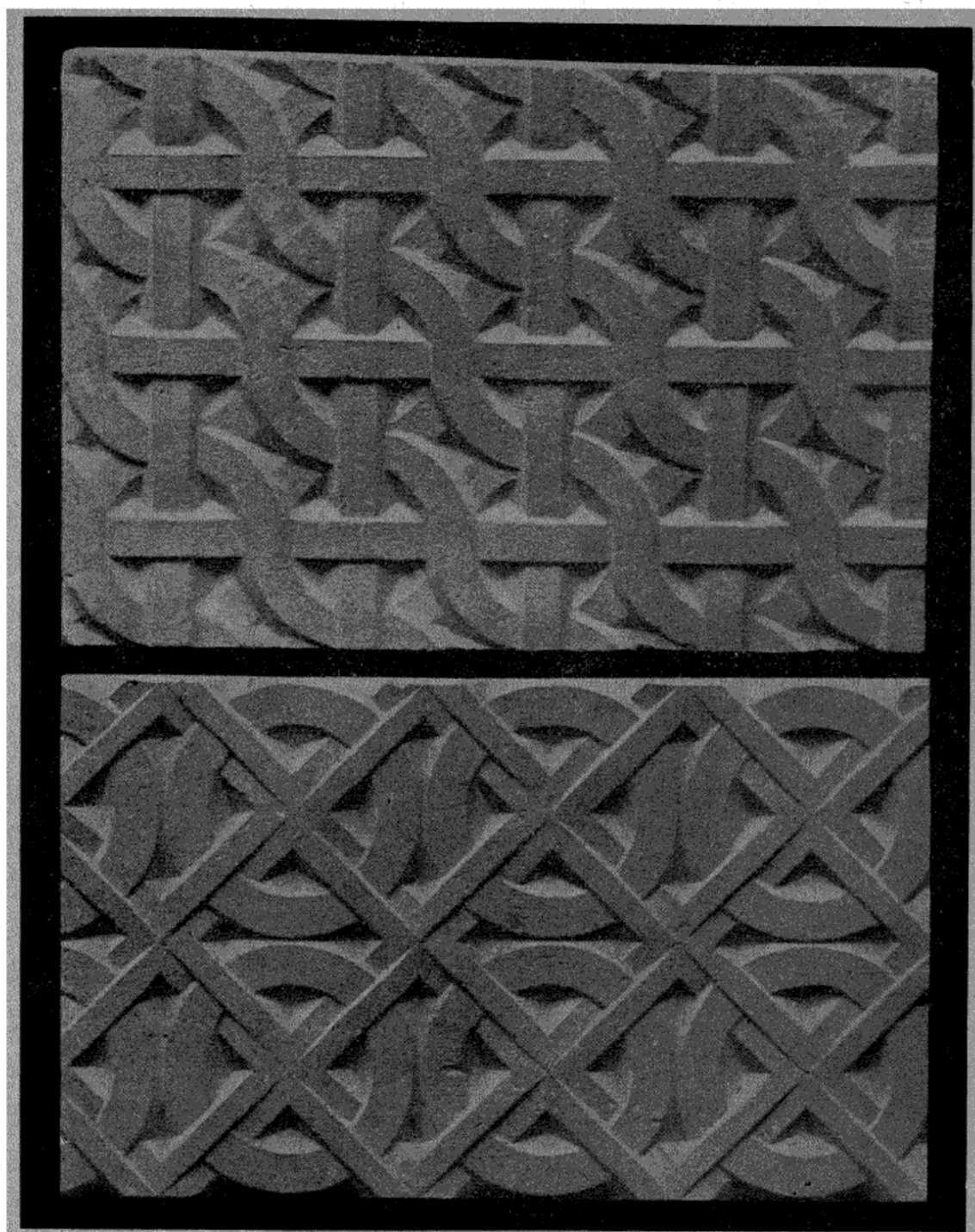
Ces hommes qui, fidèles à l'idéal de Mistral et des Félibres, sont restés le plus attachés aux traditions de leur région, ont résolu, en attendant qu'il soit possible d'aborder, dans le domaine du tourisme, des réalisations importantes urbaines et interurbaines, de rénover l'art touristique en substituant des productions locales, dignes en ces traditions, à la pacotille répandue à travers toute la France.

C'est ainsi qu'ils ont établi des modèles de santons pour lesquels ils souhaitent que la richesse d'une fabrication céramique remplace la pauvre matrice de terre peinte ou de plâtre peint employée jusqu'ici.

Le Laboratoire d'art appliqué aux métiers, au Conservatoire National des Arts et Métiers,



Pl. 3.



Pl. 4.

Pl. 3 et 4. — Jeux de fond composés et exécutés en pierre
par les élèves de l'atelier de sculpture de Le Louët
à l'École régionale des Beaux-Arts de Montpellier.

s'est associé à ces recherches, d'une part en utilisant l'aluminium et les pierres du rivage méditerranéen pour des accessoires de vêtement, broches, boutons, etc., d'autre part en exécutant sur les thèmes locaux des céramiques dont la technique repose sur l'emploi traditionnel des terres blanches aux couleurs transparentes vertes et jaunes dont étaient faites, depuis des siècles, les magnifiques poteries usuelles du Midi.

Pour le développement de ces recherches, les mêmes hommes qui avaient fondé l'« Oubradou d'art lengadocien » ont créé une *Section touristique régionale Provence-Languedoc*, qui, filiale de la Section « Tourisme » de l'IRCAT, a pour mission de préciser les programmes régionaux, d'en fixer les thèmes et d'en préparer la réalisation.

Mais une action, pour être efficace, doit pouvoir s'étendre à la fabrication industrielle ou artisanale, à la publicité et à la vente, ce qui n'est pas dans les possibilités des laboratoires de l'IRCAT.

Aussi un groupe d'amateurs, partageant l'idéal des hommes de lettres, des artistes et des artisans qui constituent la section, s'est formé pour lui apporter des moyens financiers.

En faisant connaître cette double initiative, le Conseil d'Administration de l'IRCAT souhaite qu'elle soit imitée dans d'autres régions de France.

SUITE A LA DÉCISION DU 29 SEPTEMBRE 1943.

(Séance du 27 octobre 1943).

La décision de favoriser l'activité artistique régionale s'est traduite par la création d'une première section régionale PROVENCE-LANGUEDOC, grâce à l'influence qu'exerce depuis plusieurs années, M. Marcel Bernard, architecte en chef de la ville de Montpellier.

L'effort envisagé trouvera sur place le concours des jeunes talents que réunit et développe l'École régionale des Beaux-Arts de cette ville, sous la direction de M. Descosy.

Le Conseil prend connaissance d'une documentation concernant l'enseignement de la sculpture dans l'atelier de M. Le Louët. Il apprécie l'esprit architectural, à la fois traditionnel et original, de ces travaux, et décide la reproduction dans les *Annales* de l'IRCAT de quelques exemples de jeux de fond composés et exécutés en pierre par les élèves.

PRIX ROBIN

Le Jury du Prix Robin a attribué les récompenses suivantes :

Section I : *Structure des métaux et alliages. Transformations polymorphiques des alliages*

Premier prix (ex æquo) : M. A. GUINIER, M. J. TRILLAT.

Deuxième prix : M. P. JACQUET.

Mention : M. D. SEFERIAN.

Section II : *Essais mécaniques des métaux. Propriétés élastiques et thermo-élastiques des métaux et des alliages.*

Premier prix (ex æquo) : M. E. MORLET, M. X. WACHÉ.

Deuxième prix : M. M. PERREY.

Mention : M. MINNE.

TABLE ALPHABÉTIQUE DES NOMS DES AUTEURS

MENTIONNÉS DANS LA CENT QUARANTE-DEUXIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1943)

ANDRÉ (Émile). — Conférence sur l'industrie moderne de l'huilerie. Travail des graines oléagineuses métropolitaines. Grande industrie et industrie rurale (Mémoire).	65	GUILLET (L.). — Conférence sur la part prise par la France dans le développement des métallurgies (Mémoire).	33
ANDROUIN (J.). — Analyse de <i>Principes et applications du travail à la chaîne</i> , par Christo CASACOF	31	LEMOIGNE (M.). — Conférence sur les plantes alcooligènes et leurs possibilités d'extension en France (Mémoire) .	79
BŒUF (F.). — Voir VAYSSIÈRE.		LÉPINE (Dr Pierre). — Conférence sur l'état actuel des recherches sur les ultravirus. Méthodes de détermination de la taille des particules invisibles (Mémoire)	12
BORRIES (le Dr Von). — Voir MAGNE.		MAGNE (H.-M.). — Distribution des récompenses décernées en 1941. Allocution (C. R. séance du 20 juin 1942).	21
CASACOF (Christo). — <i>Principes et applications du travail à la chaîne</i>	31	— Conférences de l'automne 1942. Inauguration des — (17 oct. 1942). Allocution.	26
CHAN et TOURNEUR. — <i>Recherches actuelles de la S. N. C. F. en matière de locomotives de types nouveaux ainsi que de modifications ou perfectionnements d'engins de types classiques</i> . . .	31	— Cycle consacré aux appareils de mesure et de contrôle : — Séance du 21 nov. 1942 (Conf. de M. SALMON). Allocution inaugurale	58
CHEVENARD (P.). — Exposé du programme d'ensemble du cycle de conférences consacré aux appareils de mesure et de contrôle (C. R. de la séance du 21 nov. 1942)	59	— Séance du 28 nov. 1942 (Conf. de M. le Dr Von BORRIES). Allocution	60
— Voir MAGNE.		— Séance du 25 mars 1943 (Conf. de M. CHEVENARD). Allocution de clôture.	61
CRUSSARD (Louis). — Conférence sur les combustibles solides dans leur adaptation à l'hydrogénation (Mémoire) .	42	— Amédée ALBY (1862-1942)	28
D'ALLEMAGNE (Henry-René). — Voir FRESSINET.		PINEAU (Louis). — Charles Bihoreau	29
DEBRETAGNE (L.). — Conférence sur la sélection de la qualité dans le reclassement (Mémoire)	1	PORTEVIN (A.). — Conclusions des conférences sur les aspects et développements nouveaux de la soudure autogène et son adaptation aux besoins actuels (C. R. de la séance du 7 nov. 1942)	56
ÉPINAY (Ed.). — Analyse de <i>Recherches actuelles de la S. N. C. F. en matière de locomotives de types nouveaux ainsi que de modifications ou perfectionnements d'engins de types classiques</i> , par CHAN et TOURNEUR.	31	SALMON. — Voir MAGNE.	
FÉAU (R.). — Deux expositions artisanales (Com. des Const. et des Beaux-Arts, 21 janv. 1943)	62	SCHEFFER (Prof.). — Conférence sur la mobilisation des substances nutritives du sol par des mesures d'aménagement et de culture (Mémoire)	95
FRESSINET (J.). — Rapport sur l'ouvrage de Henry-René D'ALLEMAGNE : <i>La toile imprimée et les indiennes de traite</i> (Com. des Const. et des Beaux-Arts, 10 déc. 1942)	105	TOURNEUR. — Voir CHAN.	
		VAYSSIÈRE (P.). — Rapport sur les travaux de M. F. Bœuf sur la génétique et ses applications agricoles (C. R. de la séance du 20 juin 1942)	22

TABLE ALPHABÉTIQUE ET ANALYTIQUE DES MATIÈRES

TRAITÉES DANS LA CENT QUARANTE-DEUXIÈME ANNÉE DU BULLETIN (JANVIER-DÉCEMBRE 1943)

A		H	
Alcool carburant. (Voir Plantes alcooligènes.)		Huileries. L'industrie moderne de l' —. Travail des graines oléagineuses métropolitaines. Grande industrie et industrie rurale. Conférence par Émile ANDRÉ (Mémoire)	65
Appareils de mesure et de contrôle. Cycle de conférences consacré aux —	57	Hydrogénation. Les combustibles solides dans leur adaptation à l' —. Conférence par Louis CRUSSARD (Mémoire).	42
Artisanat. Deux expositions artisanales, par R. FÉAU Com. des Constr. et des Beaux-Arts, 21 janv. 1943)	62		
B		I	
Bibliographie :		Indiennes. (Voir Toile imprimée.)	
Locomotives. Recherches actuelles de la S. N. C. F. en matière de — de types nouveaux ainsi que de modifications ou perfectionnements d'engins de types classiques, par CHAN et TOURNEUR	31	Institut de recherche et de coordination artistiques et techniques (IRCAT). (Voir Emaillage, Language, Provence-Languedoc.)	
Toile imprimée et indiennes de traite, par Henry-René D'ALLEMAGNE	105		
Travail à la chaîne. Principes et applications du — — —, par Christo CASACOF	31	L	
C		Language. Étude comparée de divers produits de — (Décision du Cons. d'Adm. de l'Ircat, 29 sept. 1943).	114
Combustibles solides. (Voir Hydrogénation.)		M	
Comptes rendus des séances de la Société d'Encouragement :		Métallurgies. La part prise par la France dans le développement des —. Conférence par L. GUILLET (Mémoire)	33
Comité des Constructions et des Beaux-Arts. Séance du 21 janv. 1943 : Deux expositions artisanales. Note par R. FÉAU	62	N	
— Séance du 10 décembre 1942 : Rapport sur l'ouvrage de Henry-René D'ALLEMAGNE : La toile imprimée et les indiennes de traite, par J. FRESSINET	105	Nécrologies.	
— Note du Comité sur Okerkampf	108	Amédée ALBY (1862-1942), par H.-M. MAGNE	28
Conférences de l'automne 1942. Inauguration des —. Allocution de H.-M. MAGNE (C. R. de la séance du 17 oct. 1942)	26	Jules ALQUIER	29
— I. Cycle consacré aux aspects et développements nouveaux de la soudure autogène et à son adaptation aux besoins actuels (séance du 7 nov. 1942). Conclusions des —, par A. PORTEVIN	56	Charles BIHOREAU, par Louis PINEAU	29
— II. Cycle consacré aux appareils de mesure et de contrôle.	57	Jules LÖBNITZ	30
— Séance du 21 novembre 1942 (Conf. de M. SALMON) :		P	
1 ^o Allocution inaugurale de H.-M. MAGNE	58	Pétrole. (Voir Prix Charles Bihoreau.)	
2 ^o Exposé du programme d'ensemble, par P. CHEVENARD	59	Plantes alcooligènes. Les — — et leurs possibilités d'extension en France. Conférence par M. LEMOIGNE (Mémoire)	79
— Séance du 28 novembre 1942 (Conférence de M. le Dr Von BORRIES) : Allocution de H.-M. MAGNE	60	Porcelaine (voir Emaillage).	
— Séance du 25 mars 1943 (Conf. de P. CHEVENARD). Allocution de clôture de H.-M. MAGNE	61	Prix Charles Bihoreau. Communication de l'Association française des Techniciens du Pétrole	32
Récompenses. Distribution des — décernées en 1941. Allocution de H.-M. MAGNE	21	Provence-Languedoc. Section touristique régionale — —	
— Récompenses attribuées pour l'année 1941	22	Décision du Cons. d'Adm. de l'Ircat, 29 sept. 1943)	118
— Grande médaille : Rapport sur l'œuvre de F. Bœuf, par M. VAYSSIÈRE	22	R	
— Liste des contremaîtres et ouvriers à qui est décernée la Médaille de bronze en 1941	24	Reclassement. La sélection de la qualité dans le —. Conférence par L. DEBRETAGNE (Mémoire)	1
Séances publiques.		S	
— 20 juin 1942	21	Sol. Mobilisation des substances nutritives du — par des mesures d'aménagement et de culture. Conférence par le Prof. SCHEFFER (Mémoire).	95
— 17 octobre	26	Soudure autogène. Cycle de conférences consacré aux aspects et développements nouveaux de la soudure autogène et à son adaptation aux besoins actuels (C. R. de la séance du 7 nov. 1942).	56
— 7 novembre	56		
— 21 novembre	58	T	
— 28 novembre	60	Toile imprimée. Rapport sur l'ouvrage de Henry-René D'ALLEMAGNE : La — — et les indiennes de traite, par J. FRESSINET (Com. des Constructions et des Beaux-Arts, 10 déc. 1942)	105
— 25 mars 1943	61	Tourisme. (Voir Provence-Languedoc.)	
E		U	
Emaillage. L' — au grand feu de la vaisselle en porcelaine (Décision du Cons. d'Adm. de l'Ircat, 5 mai 1943)	114	Ultravirus. État actuel des recherches sur les —. Méthodes de détermination de la taille des particules invisibles, par le Dr Pierre LÉPINE	12
F			
Formation professionnelle. (Voir Reclassement.)			