

DEUXIÈMES

*JOURNEES INTERNATIONALES DE
CALCUL ANALOGIQUE*

STRASBOURG 1-6 SEPT. 1958

SECOND

*INTERNATIONAL ANALOGUE
COMPUTATION MEETINGS*

ACTES-PROCEEDINGS

PRESSES ACADEMIQUES
EUROPEENNES
BRUXELLES

1959

M A S S O N
ET CIE
P A R I S

DEUXIÈMES
JOURNEES INTERNATIONALES DE CALCUL ANALOGIQUE
SECOND
INTERNATIONAL ANALOGUE COMPUTATION MEETINGS

STRASBOURG 1-6 SEPT. 1958

ACTES
PROCEEDINGS



PRESSES ACADEMIQUES
EUROPEENNES
BRUXELLES

All rights, including that of translation into foreign languages, reserved.
Photomechanic reproduction (photocopy, microcopy) of this book or part of it without
special permission of the publishers is prohibited.

*Copyright 1959 by Presses Académiques Européennes
Brussels*

NOTE DES EDITEURS

En livrant au public les Actes des « Deuxièmes Journées Internationales de Calcul Analogique », le Comité d'Organisation et l'éditeur de cet ouvrage expriment leur gratitude aux auteurs de communications et rapports qui, tous, ont bien voulu mettre en commun le produit de leur science et de leur labeur dans des délais qui accentueront l'intérêt et l'utilité de leurs publications.

Mais il est de notre devoir d'exprimer notre profonde gratitude aux personnalités qui ont collaboré à Bruxelles à la besogne discrète et combien indispensable de relire les manuscrits, de corriger les épreuves et, enfin, d'ordonner et d'harmoniser avec les éditeurs la présentation de l'ouvrage. Leur dévouement à l'Association Internationale pour le Calcul Analogique, leur modestie dût-elle en souffrir, fait qu'il ne nous est pas possible de taire les noms de :

MM. HOFFMANN, Jean A.J.L., Ingénieur A.I.Br.

Professeur à l'Université Libre de Bruxelles.

PERETZ, Richard, Ingénieur A.I.Br.

Chef de Travaux à l'Université Libre de Bruxelles.

DEVIENNE, Pierre, Ingénieur A.I.Br.

Ingénieur à l'Association Tablelec.

NEELEMANS, Lucien, Ingénieur A.I.Br.

Assistant à l'Université Libre de Bruxelles.

Nous savons combien le temps des professeurs et ingénieurs est précieux; aussi, celui qu'ils ont consacré bénévolement à une œuvre collective mérite-t-il que nous leur adressions nos plus vifs remerciements auxquels, nous en sommes certains, s'associeront les lecteurs de cet ouvrage et les participants du Congrès de Strasbourg.

EDITORS' NOTE

Giving to the public the « Proceedings of the Second International Analogue Computation Meetings », the Organizing Committee and the publishers wish to express their gratitude to the authors of the papers who have been kind enough to pool the result of their knowledge and their work in delays which will increase the interest and use of their publication.

But it is our duty to express our deepest gratitude to the people who, in Brussels, have contributed to the inobtrusive and yet essential work of reading the manuscripts, correcting the proofs, and finally, together with the publishers, harmonizing the production of the book. Their devotion to the International Association for Analogue Computation, even if their modesty must suffer, is such, that we cannot hide their names :

Mr. Jean A.J.L. HOFFMANN, Engineer A.I.Br.

Professor at the Brussels University.

Richard PERETZ, Engineer A.I.Br.

Chief-Assistant at the Brussels University.

Pierre DEVIENNE, Engineer A.I.Br.

Engineer at the Tablelec Association.

Lucien NEELEMANS, Engineer A.I.Br.

Assistant at the Brussels University.

We know how precious time is for professors and engineers and therefore, the time they have kindly devoted to a collective work deserves our most sincere thanks, to which, we feel sure, the readers of the publication and participants of the Strasbourg Congress will add theirs.

PREFACE

M. F. H. Raymond, président du Comité d'organisation des Secones Journées de Calcul analogique, me fait l'honneur de me demander une préface, au volume d'Actes de ces journées. Ecrire le présent texte renouvelle mes regrets de n'avoir pu participer à des réunions qui, tenues dans le cadre de l'Université de Strasbourg, ont eu un succès grand et mérité. Les premières Journées avaient eu lieu à Bruxelles, en 1955, sur l'initiative de l'Union des Revues techniques belges et elles avaient amené la fondation de l'Association internationale de Calcul analogique. Cette Association a très heureusement manifesté son activité et fait la preuve de son efficacité dans le patronage des Journées de Strasbourg.

Des réunions comme celle de Strasbourg sont très utiles dans toutes les branches de la Science, mais elles sont particulièrement essentielles dans le domaine qui nous intéresse ici. Les méthodes de Calcul analogique sont en effet très diverses, le champ d'application de ce Calcul est très vaste, sans que l'on puisse en général assigner une méthode unique adaptée à un but donné. Des contacts étroits doivent donc s'établir entre hommes d'origines et de vocations diverses : mathématiciens, physiciens, ingénieurs des différentes spécialités, économistes même, afin que chacun puisse bénéficier des progrès obtenus dans la mise au point des méthodes et des techniques.

Le Calcul analogique déborde très largement, à l'heure actuelle, le domaine d'études que paraît circonscire sa définition précise, que je rappelle ici : choix, entre plusieurs phénomènes régis par une même théorie mathématique, de celui qui s'adapte le mieux à l'expérimentation, pour obtenir des résultats qui se transféreront immédiatement aux cas « analogues »; on pourra présenter ces résultats en faisant abstraction de tout support concret et comme concernant la mise en nombre de la théorie mathématique.

Cette définition appelle, par sa précision même, quelques compléments. Nous ne pouvons plus avoir l'illusion qu'une théorie, si remarquable soit-elle, puisse représenter en toute rigueur un phénomène réel : les analogies ne seront donc qu'approximatives et elles le seront de façon différente pour les phénomènes « analogues ». Il arrive même que l'analogie ne soit valable que pour une théorie simplifiée (obtenue souvent par une linéarisation) à laquelle on se limite faute de mieux. Il arrive enfin qu'elle n'intervienne qu'après des transformations du problème posé, qui le réduisent à une forme purement mathématique, de sorte que les éléments concrets de la question initiale disparaissent presque dans le modèle analogique. On en trouvera des exemples frappants dans les études analogiques qu'a poursuivies L. Malavard pour traiter divers problèmes de l'Aérodynamique de l'aile. Dans le même ordre d'idées il faut rappeler le développement considérable qu'a pris, par son annexion au Calcul analogique, la technique des analyseurs différentiels ainsi que les progrès réalisés dans la technique et dans l'utilisation des simulateurs.

Les progrès dans ces domaines sont en étroite dépendance de ceux de l'Electronique laquelle conditionne aussi la réalisation des grandes calculatrices numériques. Des contacts utiles entre représentants de ces deux techniques se sont fort opportunément établis aux Journées de Strasbourg.

Mais il est bien superflu de rappeler ici aux adeptes des méthodes analogiques que les divers procédés de calcul se complètent sans s'opposer et que chacun d'eux trouve ses domaines privilégiés d'application, domaines souvent complémentaires : un exemple récent, et qui n'est pas isolé, d'association entre modèle analogique et grande calculatrice fut celui d'une étude de givrage, nécessaire pour la réception internationale d'un avion long-courrier, les modèles analogiques ayant donné le champ de vitesses, base des déterminations de trajectoires effectuées par une calculatrice numérique.

Le calcul analogique ne peut prétendre à la précision que peuvent atteindre les grandes machines calculatrices actuelles. Mais il est largement suffisant dans bien des domaines de la technique et, en particulier, il s'adapte parfaitement, grâce à sa souplesse et à la variété des moyens qu'il peut mettre en œuvre, à l'étude préalable d'un problème où, par exemple, interviennent de nombreux paramètres, étude préparant l'emploi, dans des conditions rentables, de moyens de calcul plus puissants.

Joseph PERES.

原书缺页

原书缺页

ALLOCUTION D'OUVERTURE

par le Professeur J. HOFFMANN,

Président de l'Association Internationale pour le Calcul analogique.

Voici près de trois ans, j'étais chargé de clôturer à Bruxelles, les premières Journées Internationales de Calcul analogique. Aujourd'hui, les organisateurs des secondes Journées, m'ont fait l'honneur de me prier de prononcer l'allocution d'ouverture de cette seconde réunion de travail.

Ce fait ne souligne-t-il pas une continuité d'action, dans un domaine qui nous est particulièrement cher. Cette continuité se trouve renforcée par l'existence et le développement, entretemps, de l'Association internationale pour le Calcul analogique, née de l'enthousiasme qui caractérisa la réunion de Bruxelles, en dépit du cadre restreint dans lequel elle s'est tenue. Nous nous trouvons cette fois dans les magnifiques locaux, aimablement mis à notre disposition par l'Université de Strasbourg, dans le cadre captivant de l'Alsace accueillante et hospitalière, où l'atmosphère de chaude cordialité qui se manifesta à Bruxelles se retrouvera sans nulle doute exaltée.

C'est que les hommes de science et les techniciens, constructeurs et utilisateurs de matériel analogique, portent en eux une ardeur et un enthousiasme particulièrement constructifs, qui justifient la constatation faite récemment par notre Vice-Président M. Harder, que dans le monde actuel, la puissance de calcul installée est chaque année multipliée par dix, sans que l'on puisse prévoir le moindre signe d'amoindrissement de cette cadence, d'ici longtemps encore. Cette cadence est nécessaire et se justifie par l'essor prodigieux des recherches scientifiques et techniques.

Certes, il faut englober dans cette puissance de calcul toujours grandissante, l'ensemble des mathématiques expérimentales qui partagent leurs activités entre méthodes arithmétiques et méthodes analogiques. Ces deux techniques, si différentes à l'origine, concourent toutes deux indifféremment au développement de la recherche.

Le Calcul arithmétique, primitivement réservé aux opérations comptables, s'est révélé un outil remarquablement puissant pour la résolution de nombreux problèmes. Les ingénieurs en font un usage de plus en plus fréquent.

Le calcul analogique, en se développant, a étendu son action dans tous les domaines de la technique et de la recherche, perfectionnant ses méthodes, améliorant sans cesse sa précision qui, sans prétendre lutter contre celle des procédés numériques, s'avère cependant très suffisante pour les besoins des sciences appliquées.

On a assisté en quelques années seulement à une véritable efflorescence des analyseurs différentiels dits électroniques. Les éléments de ceux-ci sont à la base de l'automatisme moderne en tant que, d'une part, organes des processus automatisés en général et des automatismes de fabrication en particulier, d'autre part, moyen de contrôle, de vérification et de conception de ces automatismes. D'où un échange constant et fructueux entre automaticiens et spécialistes du calcul tant analogique qu'arithmétique.

Les simulateurs, nés du calcul analogique, s'imposent dans la recherche industrielle où ils prennent une place grandissante, en aéronautique, dans la technique du radar, dans la conduite des piles atomiques, pour la formation et l'entraînement du personnel d'exploitation et d'entretien. Et voici que l'arithmétique à son tour vient apporter son aide dans la réalisation des simulateurs.

C'est pourquoi il est apparu, au sein de l'Association internationale pour le Calcul analogique et aux yeux des organisateurs de ce congrès, l'opportunité de rapprocher ces deux techniques, analogique et arithmétique en prévoyant l'association harmonieuse de la logique des procédés analogiques avec la précision des éléments de calcul arithmétiques, soupçonnant l'alliance déjà effective entre la souplesse du continu et la précision du discontinu.

C'est ainsi que s'est imposée la nécessité d'accueillir et de susciter même, dans le programme des secondes Journées, des communications relatives au calcul arithmétique, dans ses rapports avec le calcul analogique et relatives aux procédés de liaison bilatérale entre ces deux aspects du calcul automatique. Cette décision constitue donc une nouveauté nécessaire par rapport au programme des précédentes journées.

Cette attitude ne signifie pas que l'Association prétende englober dans son activité, les questions qui se rattachent au domaine de l'arithmétique, pas plus qu'elle ne prétende s'imposer dans les questions d'automatismes qui touchent nécessairement aux domaines du calcul. Si les deux grandes catégories des mathématiques expérimentales se recouvrent partiellement et si cet ensemble présente lui-même des activités communes avec l'automatisme, c'est dans ces deux champs communs que devront précisément se trouver la source d'échanges constructifs et l'amorce d'une collaboration active entre les divers groupements qui s'intéressent à ces questions. C'est pourquoi notre association, sans déborder de son cadre, s'est montrée disposée à apporter son concours éventuel, aux manifestations et aux travaux qui seront organisés par d'autres groupements, notamment par la Fédération internationale d'Automatique, constituée depuis près d'un an à Paris, dont le Comité de Direction a bien voulu déléguer un représentant officiel à nos Journées, en la personne du Professeur Gerecke de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Zürich, que j'ai le grand plaisir de saluer parmi nous.

Malgré les développements prodigieux des techniques des transports et des télécommunications, à l'époque que nous vivons, les difficultés d'échanges internationaux de devises constituent un train qui risque d'étouffer partiellement les rapports établis entre hommes de sciences et techniciens, quelle que soit leur bonne volonté réciproque. C'est pourquoi des réunions comme la nôtre s'avèrent indispensables. Elles créent un mouvement d'idées fructueux, facilitent la collaboration scientifique internationale et surtout, ce qui est important, favorisent les contacts personnels directs entre chercheurs de nationalités différentes.

Je me réjouis de constater qu'en dépit de l'activité particulière de cette année, en matière de réunions internationales, suscitées par l'Exposition universelle de Bruxelles, notre réunion n'aura pas souffert de cette dispersion des efforts internationaux. L'exposition spécialisée de matériel qui l'accompagne, témoigne de l'activité et de l'ingéniosité des constructeurs spécialistes du calcul analogique.

En terminant cette courte allocution, j'apporte la gratitude de l'Association à Monsieur le Président de la Société française des Electriciens, à Monsieur le Président du Groupement pour l'Avancement de la Mécanique industrielle, à Monsieur le Secrétaire Général du Syndicat professionnel des Industries du Matériel électronique et radioélectrique, ainsi qu'aux Personnalités universitaires, Monsieur le Recteur de l'Université de Strasbourg, Monsieur le Doyen de la Faculté des Sciences.

DISCOURS DE BIENVENUE

de M. le Professeur SACKMANN,
 Directeur du Laboratoire de Mécanique des Fluides
 de la Faculté des Sciences de l'Université de Strasbourg.

Chers Amis Congressistes,

Les premières Journées internationales de Calcul analogique ont eu lieu en 1955 à Bruxelles.

Strasbourg et son Université sont honorées et fières d'avoir été choisies comme siège des secondes Journées. Le Laboratoire de Mécanique des Fluides de la Faculté des Sciences a été chargé de leur organisation matérielle. J'ai donc l'honneur, et le plaisir, de vous souhaiter la bienvenue dans la capitale de l'Alsace.

Je ne vous exposerai pas la portée internationale et technique de ce Congrès ; mais je me permettrai par contre d'observer cette manifestation scientifique sur le plan universitaire et local, si vous voulez bien, Chers Amis, du haut de la plate-forme de la Cathédrale.

Je voudrais cependant, préalablement, remercier tous ceux qui ont collaboré à cette organisation et sans lesquels nos efforts personnels auraient été vains et stériles.

J'exprime d'abord toute ma gratitude aux Organismes officiels de la Préfecture, de l'Armée, de la Marine, du Port Autonome, de la Ville, du Rectorat et à la Société des Anciens Elèves de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Strasbourg, pour leur aide et leur concours. Je remercie ensuite M. Feidt, le dévoué Assistent, et M. Nuss, l'inlassable Ingénieur de notre Laboratoire, M^{lle} Stiermann, la charmante Secrétaire du Congrès, tous les collaborateurs et toutes les entreprises pour leur participation matérielle. Je me plais à souligner enfin le concours puissant du Comité de Paris, en particulier du Commandant Bastien, le dynamique Adjoint de M. Raymond, Président du Comité d'Organisation de ce Congrès, ainsi que M. Hianné, l'actif Secrétaire de l'Association Internationale pour le Calcul analogique de Bruxelles. *Grâce aux efforts conjugués de tous, animés d'un esprit d'équipe exemplaire, nous sommes arrivés à un résultat qui, je l'espère, Chers Amis, ne vous déçoit pas trop.*

Malheureusement, Strasbourg vient à peine de se relever des effets désastreux d'un orage de grêle exceptionnellement violent : la Ville qui vous accueille ressemble encore, par certains de ses quartiers et immeubles à une cité sinistrée, nous le regrettons amèrement ; le Palais qui vous abrite porte encore de nombreuses traces non réparées ; l'Exposition que nous comptons organiser dans l'aula, a dû être déplacée dans le péristyle, nous nous en excusons.

* * *

On peut se demander pourquoi le Centre de Mécanique des Fluides de la Faculté des Sciences a été pressenti comme Organisateur de ce Congrès : la raison en est essentiellement fonctionnelle, car parmi toutes les disciplines scientifiques, celle de la Mécanique des Fluides s'entoure des liens les plus anciens, les plus directs et les plus durables avec le Calcul analogique, dans le cas particulier de la France tout au moins.

En effet, la naissance du Calcul analogique en France se situe vers 1930. L'état civil mentionne comme lieu de naissance Marseille. Durant la guerre, on pouvait encore voir, à l'Institut de Mécanique des Fluides de cette ville, à l'ombre des Allées Léon Gambetta, près de la Canebière, les premiers appareils (cuves rhéoelectriques) qui avaient servi au travail de thèse de mon ami Malayard, aujourd'hui Professeur à la Sorbonne, thèse exécutée sous la direction de M. le Professeur Pérès, Doyen de la Faculté des Sciences de Paris, Membre de l'Institut. Depuis, le Calcul analogique a enregistré un essor considérable, dont notre Congrès est appelé à fixer l'ampleur.

On pourrait présenter une véritable communication, très étoffée, sur les liens qui unissent la Mécanique des Fluides au Calcul analogique. Je me contenterai de dire, ici, que rares sont les domaines

de notre discipline, en Aérodynamique. Comme en Hydraulique, où parallèlement aux calculs théoriques ou aux investigations expérimentales, le Calcul analogique n'intervient pas dans la résolution des problèmes. *Aussi, sous leur forme la plus classique et la plus simple, les procédés de Calcul analogique font-ils partie de nos Enseignements et de nos Travaux Pratiques, dont profitent nos étudiants de Mécanique des Fluides avant qu'ils n'embrassent les carrières de la Recherche.*

* * *

Considéré d'abord dans le cadre de la Recherche, le Calcul analogique met en effet à notre disposition des possibilités originales d'étude et de résolution des problèmes de Mathématiques, par transposition des lois à des phénomènes électriques, dont la réponse peut être lue directement grâce à des dispositifs électroniques appropriés.

L'ingénieur ou le Chercheur disposent donc de machines merveilleuses, vous le savez, qui leur fournissent dans le minimum de temps les solutions des problèmes, dont la recherche directe par le canal des mathématiques théoriques s'avèreraient très longs, sinon parfois impossibles.

Empressons-nous de le dire, et vous le savez également, que nul instrument électronique — ou cerveau électronique comme on se plaît à dire de nos jours — si perfectionné et si compliqué soit-il, ne saurait fonctionner sans l'intervention du cerveau humain, qui le conçoit d'abord, qui lui impose ensuite son programme de travail et qui commande enfin son fonctionnement. *L'esprit, s'il le veut, finit toujours par dominer et maîtriser la matière.*

* * *

Considéré ensuite dans le cadre de l'Enseignement, le Calcul analogique, venant au secours des Mathématiques Théoriques, se présente comme une branche puissante et un maillon solide du domaine des Mathématiques Appliquées. Il n'est pas question de condamner les Mathématiques Théoriques. Loin de moi de réserver une place privilégiée aux Mathématiques Appliquées. *Car la Science et la Technique ont un besoin constant des deux, en considérant cependant les Mathématiques, non pas comme un but, mais comme un moyen, non pas comme une abstraction, exclusive, mais comme un véritable outil, servant à la résolution des multiples problèmes et à l'exécution des calculs qui se posent à l'Ingénieur ou au Chercheur.*

Le grand mathématicien et philosophe grec Pythagore a dit : « Tout n'est que Nombre ». (Le vénérable savant a sans doute exagéré, car dans le pauvre monde où nous vivons il y a tout de même encore d'autres aspirations que celles des Nombres !) Il vaudrait mieux dire : Il n'y a pas de véritable Science sans Nombre. Et j'ajouterais : « Il n'y a pas de véritable Physique sans Expérience ». *En d'autres mots, nulle théorie, nulle formule, nulle loi, n'ont de valeur pratique, si l'homme ne sait en traduire les valeurs numériques, ou en donner au moins les ordres de grandeurs.*

Je voudrais enfin conclure, en insistant sur le rôle que l'Université peut et doit jouer dans l'enseignement des Mathématiques, face au développement exponentiel de la Science et aux besoins extraordinaires de la Technique.

Il fut un moment, pas trop reculé dans le temps, où l'esprit des Mathématiques Appliquées était banni de l'Enseignement Supérieur Français, et où ceux qui le cultivaient malgré tout, par conviction ou par nécessité, travaillaient dans la clandestinité ou dans l'isolement, dans tous les cas avec très peu de rendement. Les choses ont changé aujourd'hui heureusement : des Décisions Ministérielles très récentes confèrent enfin aux Mathématiques Appliquées, dans l'Université Française, la place qu'elles auraient dû occuper depuis toujours. Nous saluons ici cette réparation que l'Industrie attend depuis de nombreuses années. *J'ajouterais, en terminant, qu'il ne saurait exister de progrès scientifique ou technique, sans la collaboration intime et permanente de l'Industrie et de l'Université.*

Chers Amis Congressistes, je vous souhaitais la bienvenue au nom de Strasbourg et de son Université ; cette dernière vous remercie d'avance pour vos travaux qui seront largement diffusés ; ainsi vous contribuerez puissamment à cette collaboration « Université-Industrie », pour le plus grand bien de tous, en particulier pour nos étudiants.

La jeunesse studieuse de nos Facultés des Sciences et de nos Ecolés d'Ingénieurs, verra devant elle l'avenir brillant et l'horizon lumineux.

ALLOCUTION DE M. F. H. RAYMOND,

*Président du Comité d'Organisation
des Secondes Journées Internationales de Calcul Analogique.*

Mesdames, Messieurs,

Dans quelques heures, les travaux de ces journées commenceront, et souhaitons-le, dans l'ambiance qui avait été l'un des caractères des Journées de Bruxelles.

Vous subirez l'ordonnancement d'un programme qui est en quelques sortes l'œuvre maîtresse du Comité d'Organisation, mais bien sûr vous apprécierez la science, l'imagination, l'expérience de ceux qui en seront les acteurs.

Vous avez déjà sûrement fait une critique au programme : la densité des séances de conférences.

Voici ce que nous avons voulu à ce propos :

Le nombre de conférences présentées est celui d'un grand congrès (je ne pense pas à Genève où le nombre de communications bat tous les records !) et c'est d'ailleurs un grand congrès, car plus de 20 pays y sont représentés par ceux qui, à des titres divers, apporteront leur part dans le succès de ces *Secondes Journées Internationales*.

Les objectifs de ces Journées n'ont pu être délimités rigoureusement, un cadre ne pouvait être fixé avec netteté, lorsque le Comité s'est mis au travail, car les Journées de Bruxelles étaient encore présentes dans l'esprit des congressistes les plus probables et il semblait bien que tous les sujets qui y furent évoqués méritaient d'être à nouveau présentés et discutés à Strasbourg. Alors la matière d'œuvre est venue d'elle-même.

Dans ces conditions, tant bien que mal, peut-être plus mal que bien (je m'excuse auprès du Comité Organisateur), nous avons classé les conférenciers avec l'espoir, que les jours où trois salles fonctionneront simultanément, une égale affluence pourra remplir les bancs, normalement occupés par les étudiants de l'Université de Strasbourg. Nous pensons, en outre, qu'une égale attirance s'attachera aux sujets classés dans les deux séances simultanées du mardi ; bien sûr il peut être question de nous reprocher d'avoir ainsi classé par valeur d'intérêt les conférences présentées. Nous avons pensé poser à cette occasion un problème de file d'attente !

L'examen des résumés qui vous ont été remis suffit amplement à montrer, dans le cadre d'une grande diversité apparente, que tous les exposés sont à des titres divers d'un égal intérêt et d'une égale importance.

Ces principes d'organisation étaient les seuls qui nous sont apparus compatibles avec notre désir fermement arrêté de vous donner du temps de libre pour de véritables colloques et, bien sûr, pour laisser aller votre tentation peut-être de répondre aux attraits de la ville et de la province qui nous accueillent, et aussi pour visiter l'exposition.

Ainsi, nous comptons sur l'autorité bienveillante des Présidents de séances pour que l'horaire soit respecté, ce qui conduit à accorder à chaque conférencier une moyenne de 20 à 25 minutes pour parler. Nous nous en remettons aux Présidents de Séances du soin de décider du moment opportun d'une pause à mi-temps. Inspirés par les principes du Calcul analogique, nous n'aurons donc pas « programmé » votre emploi du temps ; nous n'avons programmé que ce qui est déterministe, les multi-boucles qui vont se créer entre vous doivent conduire à l'organisation de colloques pour lesquels des salles sont à votre disposition, comme cela est mentionné dans le programme. Le Comité d'Organisation apportera son aide pour l'organisation de ces colloques, chaque jour révélant leur utilité et leurs buts.

Les Spécialistes des « Automates Digitaux » sont déjà plus nombreux parmi nous, comme il avait été souhaité ; alors que devient le Calcul analogique ? En disant qu'il est un apport technique et une philosophie concrète des mathématiques appliquées — ce qui n'est pas l'un de ses moindres titres de gloire — on imagine bien ce que ces Journées permettront de dégager.

Nous regrettons certes le peu de communications se rapportant à l'*Application* du Calcul analogique à l'automatique appliquée (ou à l'automation) pourtant (et il a été dans un certain nombre de cas particuliers déjà soumis à l'œuvre expérimentale) le Calcul analogique jouera dans l'automatique appliquée un rôle important. D'abord parce que le développement de celle-ci ne peut être lié aux seules connaissances théoriques disponibles à ce jour. Si on observe le Calcul analogique sur le plan technique, il semblerait qu'il est moins évolué que le Calcul digital ; sans subir une certaine mode, sans qu'il soit contraire à des objectifs industriels (tels qu'une standardisation des fabrications), son développement est appelé à un grand avenir. On doit en outre au Calcul analogique un important développement : celui des simulateurs ; observons que les domaines d'application des simulateurs sont encore limités, alors même que cette notion est elle-même confuse si on y regarde de près, car déjà des méthodes de Calcul numérique procèdent de l'idée de simulation. Il y sera fait allusion précisément cette semaine ; ainsi d'autres domaines que ceux qui sont évoqués plus communément, méritent l'attention des spécialistes des Calculatrices analogiques, qui doivent entrer en concurrence avec leurs collègues des Calculateurs digitaux, concurrence éminemment profitable, génératrice de progrès.

Nous voulons spécialement mentionner le rôle des simulateurs dans les problèmes économiques et de gestion des Entreprises : telle l'étude d'un marché abordé par des entreprises concurrentes ou l'organisation des dépôts d'un réseau commercial, pour ne citer que deux exemples. Ces deux exemples illustrent parfaitement ce qu'apporte la notion de simulation par opposition à l'aspect concret des études économiques dans ce qu'on a la coutume d'appeler les « études de cas ». Si l'étude de cas est un moyen habituel du travail de l'Ingénieur Conseil ou de l'Economiste, il semble bien qu'un côté puissamment concret, qu'une expérience plus large soit nécessaire à celui qui a le pouvoir de décision et auquel le « cas » ne donne pas autre chose qu'une illustration déterminée mais restreinte. Cet aspect offre de larges perspectives à la notion de simulation dans des domaines qui à bien des titres ne peuvent laisser indifférents les techniciens comme les mathématiciens ici présents.

Qu'il me soit permis en terminant de remercier très chaleureusement toutes les personnes qui ont contribué à l'Organisation de ces Journées et tout spécialement nos hôtes de Strasbourg.

Vous comprendrez, au cours de cette semaine, pourquoi nous avons choisi cette ville.

TABLE DES MATIERES — CONTENTS

Note des éditeurs - Editors' note	3
Préface	5
Comité d'honneur - Committee of honour	7
Comité de patronage - Patronage Committee	7
Comité d'organisation - Organizing Committee	8
Allocution d'ouverture, par le professeur J. Hoffmann	9
Discours de bienvenue, par le professeur Sackmann	11
Allocution de M. F.H. Raymond	13
Table des matières - Contents	15
Index alphabétique des auteurs - Alphabetic index of authors	19

I. — *Calculateurs analogiques électroniques.*

I-1. Description de calculateurs.

Electronic analog computer - EMU-8A, by Kogan, Maslov and Pollonnikov	21
The linear algebraic equations analyzer Aral III, by L. Lukaszewicz	30
Calculateur analogique à transistors, par J. Martin	32
The direct analog computer and its application to engineering analysis, by G.D. MacCann	34
Toshiba low speed electronic analog computer Tosac II, by K. Morita, Y. Saneyoshi, T. Arai and Y. Takahashi	46
Calculateur analogique MH-10 non linéaire à semi-conducteurs ayant les dimensions d'un bureau, par V.B. Oushakov et G.M. Petrov	56
Calculateur I.R.S.I.A.-Tablelec, par R. Peretz	66

I-2. Eléments non linéaires, mémoire, éléments divers.

Composantes de calcul analogique à 400 Hz, par F. Baudelaire	78
An electronic logarithmic and antilogarithmic converter, by J.E.W. Beneken	84
Circuits formateurs d'images pour la visualisation en oscillographe de l'allure des solutions d'un calculateur analogique, par A. Chiesa et G. Tangorra	88
Les modulateurs à transistors, par M.C. Constant et S. Guennou	95
Asservisseurs à hautes performances dynamiques, par M ^{me} H. Jeudon	100
An electronic multiplier, by B. Jiewertz	103
Opérateurs analogiques spéciaux, par R. Peretz	110
A fast potentiometer type multiplier, by P.J. Rademakers and C.M. Verhagen	116
Automatic recycling of an arbitrary input function, by E.A. Sevian	118
Contribution à la réalisation pratique des opérateurs universels non linéaires, par R. Tomovich	120
A proposed electromechanical generator of functions of two variables, by G.C. Tootill	129

I-3. Applications.

The simulation of the electron kinetics in semiconductors, by G. Brouwer	135
The effect of saturation on the various elements in a feedback control system studied at the analogue computer, by G. Camatini and A. Cupido	138
Emploi d'un calculateur analogique électronique pour obtenir des circuits filtrants pour très basses fréquences, par A. Chiesa et G. Tangorra	141
Utilisation d'un calculateur analogique avec éléments réels, par M. Fourquet	145
Divers problèmes de régulation traités sur le calculateur analogique de la direction des études et recherches, par M. Kleinpeter	149
An electronic analogue for investigating structural vibrations in unsupported elastic beams and related structures, by M. Squires and W.G. Hughes	152
Application du calculateur analogique à des problèmes d'élasticité à une dimension, par F. Versini	164

I-4. Considérations générales, précision, stabilité.

La simulation des grandes centrales nucléaires, par M ^{lle} D. Bettembourg et M. M. Déat	168
On the stability of linear algebraic equation solvers, by I. Cederbaum and A. Fuchs	174
Théorie généralisée d'analyse dimensionnelle et de similitude, par P. Celestre	179
Some considerations of the error due to absorption phenomena of integrating capacitor for the slow type electronic analogue computers, by T. Miura, Z. Abe and M. Nagata	184
Theoretical consideration on computing errors of slow type electronic analogue computers, by T. Miura and M. Nagata	192
A recommended preparation, programming and verification procedure of universal applicability to general purpose electronic analog computers, by B. Murphy	200
Expression analytique des erreurs propres aux machines analogiques à courant continu, par B.A. Sokoloff	205
Sur les principes du calcul analogique, par P. Vernotte	210
Utilisation optimum des multiplieurs électro-mécaniques, par H. Witsenhausen	212

II. — *Calculateurs analogiques, mécaniques et électromécaniques.*

Calculateurs analogiques pour résoudre le problème de transport, par B. Casse	221
Le calcul non linéaire : anabase et servo-réseaux, par A. Ducrocq	224
Application of continued fractions of the mechanical differential analyser, by J.G.L. Michel	228
Linkages as function generators, by A. Svoboda	232

III. — *Calculateurs analogiques rhéométriques.*

Méthode analogique de solution des problèmes relatifs à la répartition du champ magnétique dans les systèmes électromagnétiques, par S.A. Aleskerov	235
Représentation de l'espace indéfini sur deux domaines finis. Application aux calculs analogiques, par R. Duquenne	241
Détermination, par la méthode de la cuve rhéographique, des impédances transitoires des machines à courant continu, par E. Gudéfin	246
Méthode d'analogie rhéométrique dans l'étude des problèmes concernant les phénomènes de soufflage, par T.S. Luu	251