HOMMAGE À JEAN KERISEL (1908 – 2005)

HOMAGE TO JEAN KERISEL (1908 – 2005)

Thierry KERISEL
ancien Directeur des Ports et de la Navigation Maritimes au Ministère des Transports, Paris, France

RÉSUMÉ – Jean Kerisel, décédé en 2005, a apporté une contribution essentielle au progrès de la géotechnique. En plus de 70 ans d'activité professionnelle, il a réalisé une œuvre considérable. Maître de toute une génération d'ingénieurs qui a reçu son enseignement, il fut président du Comité National Français et de la Société Internationale de Mécanique des Sols et de Travaux de Fondation, et président de la Société des Ingénieurs Civils de France.

ABSTRACT – Jean Kerisel, died in 2005, made an essential contribution to the progress of the geotechnical science. Besides 70 years of professional activity, he realized a considerable work. Master and teacher of a whole engineers' generation, he was president of the French Committee and the International Society for Soils Mechanics and Geotechnical Engineering, and president of the French Civil Engineers Society.

1. Jeunesse et études

Jean Kerisel est né le 18 novembre 1908 à Saint-Brieuc, chef-lieu des Côtes d'Armor. Ce lieu de naissance marqua profondément sa personnalité et il resta toute sa vie très attaché à son origine bretonne.

Il est issu d'une famille de juristes ; son père exerce en effet la profession d'avoué à Saint Brieuc et ses oncles sont magistrats. Jean Kerisel sera donc le premier scientifique de sa famille.

Il fait ses études au lycée Anatole Le Braz de sa ville natale, Saint Brieuc, jusqu'en mathématiques élémentaires. C'est un élève brillant et pas seulement en sciences : en 1925, d'après les annales du lycée, il ajoute à la réussite du bac latin - sciences les félicitations du Conseil de discipline, le tableau d'honneur de mathématiques, le 1er accessit de sciences physiques, le 2ème prix de philosophie et un 2ème accessit de dessin géométrique. Cela ne l'empêche pas de se passionner, comme il le rappelait dans une allocution de 1976, pour les succès de l'équipe de football de son lycée, qui, deux ans de suite, dans des combats homériques, se hissa au titre de champion de l'Académie de Rennes, puis de champion de France.

De son bac latin-sciences, Jean Kerisel garda toute sa vie le goût des citations latines, que l'on retrouve encore dans les pages roses du dictionnaire. Il aimait ainsi à dire à ses enfants, puis à ses petits-enfants et arrière-petits-enfants « age quod agis », que l'on peut traduire librement par « fais bien ce que tu as à faire ».

Il restera aussi toujours fidèle à l'association des anciens élèves du lycée de Saint Brieuc, qui paya un lourd tribut de nombreux morts pour la France pour faits de guerre ou de résistance ; les allemands firent d'ailleurs exploser la façade du lycée le 4 août 1944 en battant en retraite.

Jean Kerisel poursuit ses études à Paris, comme interne au lycée Saint Louis, en mathématiques supérieures et mathématiques spéciales. Pour un provincial, l'internat à Saint Louis, l'ancien collège d'Harcourt, en « hypotaupe » et « taupe » était particulièrement austère. Cela ne le décourage pas et, en 1928, il réussit le concours d'entrée à l'École Polytechnique ; il n'a pas le bonheur de l'apprendre à son père, décédé l'année précédente.

Figure 1. Jean Kerisel (4ème à partir de la gauche) à Polytechnique en 1929

Dans cette illustre école, alors implantée à Paris, rue de la Montagne Sainte Geneviève, il complète durant deux ans sa formation scientifique. Son classement de sortie en 1930 est brillant : 9ème sur 245 élèves (Figure 1).

Jean Kerisel a été marqué dans sa jeunesse par deux grands ingénieurs bretons, issus comme lui du département alors appelé Côtes-du-Nord et devenu depuis les Côtes-d'Armor :

- Fulgence Bienvenüe (1852-1936), le créateur bien connu du métro parisien. Jean Kerisel fut d'ailleurs chargé d'aller présenter les vœux de sa promotion de l'Ecole Polytechnique à cet illustre ingénieur alors au soir de sa vie ;
- le briochin Louis Harel de la Noë (1852-1931), audacieux et innovant, qui a construit de remarquables ouvrages de génie civil, en particulier dans le département des Côtes-du-Nord, témoignant de ses qualités de bâtisseur.

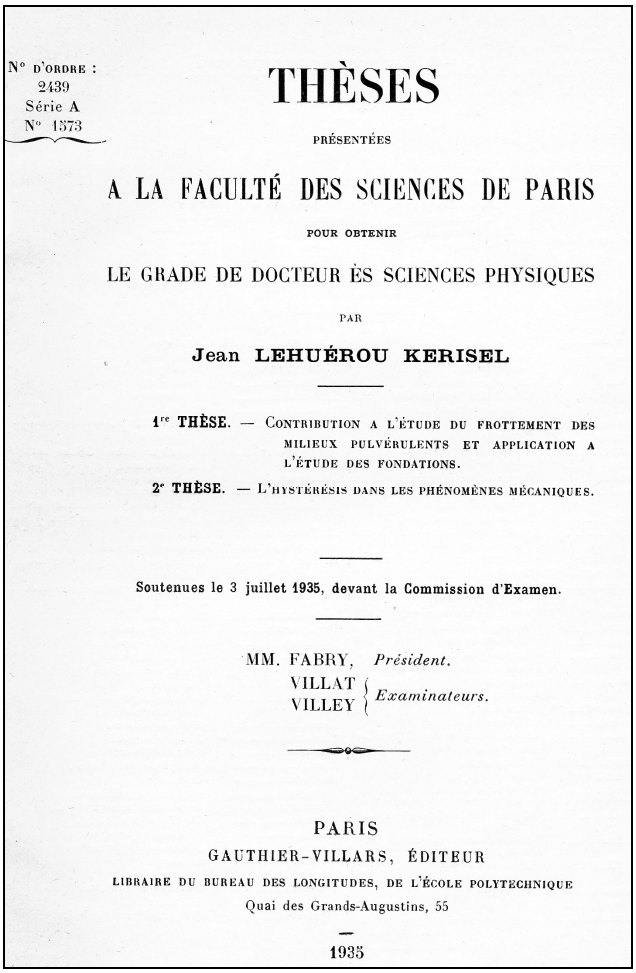
Jean Kerisel souhaite donc compléter sa formation d'ingénieur dans le domaine du génie civil. À la sortie de Polytechnique, après une année comme sous-lieutenant du Génie, il choisit en 1931, comme l'avaient fait avant lui Bienvenüe et Harel de la Noë, l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées comme école d'application, ce que lui permet son bon classement. Il en sort major de sa promotion en 1933.

Entre-temps, Jean Kerisel a épousé en 1931 Suzy Caquot, la fille unique du grand ingénieur Albert Caquot. Cette union de soixante-sept ans fut aussi heureuse qu'harmonieuse. Ils eurent cinq enfants, mais éprouvèrent la douleur de perdre leurs deux fils aînés. De son épouse, Jean Kerisel écrivait en 1976 : « Mon épouse est tout altruisme et amour pour tous les siens, dans un foyer où la sévérité des discussions techniques et les longueurs des absences n'ont pas altéré sa sérénité ; elle est pour moi une compagne merveilleuse. »

2. Le début de la vie professionnelle, un intérêt manifesté très tôt pour la géotechnique

De 1933 à 1939, il est ingénieur des Ponts et Chaussées à Orléans et réalise entre autres l'assainissement des villes d'Orléans, Sully et Gien.

Mais, parallèlement, au cours de cette même période 1933-1940, Jean Kerisel s'intéresse au développement théorique et pratique de ce qui allait devenir la discipline de la Mécanique des sols, dont il sera un expert mondialement reconnu. Il obtient en 1935 le titre de Docteur ès Sciences Physiques en Sorbonne ; sa thèse porte, d'une part, sur l'étude du frottement des milieux pulvérulents et son application à l'étude des fondations et, d'autre part, sur l'hystérésis dans les phénomènes mécaniques. Elle est le résultat d'expériences qu'il a faites lui-même dans un petit laboratoire qu'il a monté à Orléans. Le président du jury de thèse, M. Fabry, mêle à ses commentaires approbateurs une nuance d'étonnement de voir l'Université saisie d'un sujet de thèse aussi « terre à terre ». C'est en effet le premier sujet de Mécanique des sols présenté en Sorbonne par un candidat au doctorat d'Etat (Figure 2).



N° D'ORDRE :
2439
Série A
N° 1573

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

Jean LEHUÉROU KERISEL

1re THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DU FROTTEMENT DES MILIEUX PULVÉRULENTS ET APPLICATION A L'ÉTUDE DES FONDATIONS.

2e THÈSE. — L'HYSTÉRÉSIS DANS LES PHÉNOMÈNES MÉCANIQUES.

Soutenues le 3 juillet 1935, devant la Commission d'Examen.

MM. FABRY, *Président.*
VILLAT, VILLEY } *Examinateurs.*

PARIS
GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR
LIBRAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE
Quai des Grands-Augustins, 55

1935

Figure 2. Thèse de Jean Kerisel, Docteur ès Sciences en 1935

Comme les hommes de sa génération, il est plongé dans la tourmente de la deuxième guerre mondiale. Lieutenant dans l'arme du Génie et affecté aux troupes de sapeurs de chemins de fer durant la campagne militaire de 1940, il est chargé de la destruction de ponts ferroviaires stratégiques dans des conditions périlleuses, sous le feu de l'artillerie et de l'aviation ennemies. Son grand courage lui vaut la Croix de Guerre, avec Citation à l'ordre de sa brigade.

De retour à Orléans, durement touchée par les bombardements, il déblaie en un temps record les quartiers sinistrés, établit le projet de reconstruction de la ville et reconstruit le pont George V sur la Loire. Il est aussi chargé de la direction des travaux municipaux d'Orléans et des deux délégations pour la reconstruction des départements du Loiret et du Loir-et-Cher.

3. La direction de la reconstruction des cités françaises

Cette expérience réussie du terrain le fait nommer Directeur Technique de la Reconstruction Immobilière au Commissariat à la Reconstruction (1941), puis Directeur du Plan et Directeur de la Construction au Ministère de la Reconstruction (1944-1951) (Figure 3). Avec l'appui de grands ministres, en particulier Raoul Dautry (1944-46) et Eugène Claudius-Petit (à partir de 1948), il assume à ce titre la très lourde tâche de l'organisation et de la direction de la reconstruction de l'ensemble des cités françaises. Sa valeur est très vite reconnue et il est alors nommé Chevalier de la Légion d'Honneur (25 décembre 1945).

Figure 3. Jean Kerisel, directeur de la Reconstruction en 1948

Figure 4. Le Havre et son port détruits

Les destructions de 1914-1918 portaient sur 13 départements de la zone du front ; celles de 1940-1945 portent sur l'ensemble du territoire métropolitain et concernent aussi l'Outre-mer. En 1945, 400.000 logements sont détruits et 1100000 endommagés. De nombreuses villes,

telles Le Havre (Figure 4), Caen, Brest, Saint-Nazaire, Rouen, Amiens, Boulogne, Beauvais, Nantes, Toulon, Marseille, Dunkerque présentent de vastes zones totalement détruites. Par l'importance des dommages immobiliers, la France est classée après l'Union Soviétique et l'Allemagne, mais avant tous les autres pays européens.

Il faut recourir à un important programme de baraques provisoires (plus de 10 millions de m^2) en matériaux de récupération ou préfabriquées importées. Jean Kerisel se rend à cet effet aux Etats-Unis d'Amérique ; c'était alors encore un long voyage aérien, effectué dans le mythique avion DC3.

Il faut aussi enlever 80 millions de m^3 de décombres, procéder à un remembrement parcellaire des secteurs sinistrés pour recevoir dans les meilleures conditions les bâtiments à reconstruire et rétablir la voirie et les réseaux. En trois ans, les services de la Reconstruction devront encore enlever 13 millions de mines, 17 millions d'obus et 500000 bombes, opération particulièrement dangereuse pour les démineurs (mines piégées, projectiles auto-propulsés,…).

Enfin, compte tenu de l'ampleur et de la complexité de la reconstruction immobilière, dans un contexte de difficulté d'approvisionnement en matériaux, les services de la Reconstruction organisent une concentration des responsabilités par un regroupement des maîtres d'ouvrage dans des associations syndicales et sociétés coopératives de construction. Les services de la Reconstruction gèrent aussi l'évaluation des dommages de guerre, c'est-à-dire la fixation des droits financiers des sinistrés, et mènent des chantiers d'expérimentations de prototypes d'habitations et de méthodes industrielles.

On doit en particulier à Jean Kerisel :

- la création de la hiérarchie architecturale (architecte en chef – architecte d'opération), qui a assuré l'unité de vue dans le parti de reconstruction de chaque ville sinistrée,
- l'institution du bordereau général des prix forfaitaires, qui a permis de sortir de l'impasse des évaluations au coup par coup des créances des sinistrés,
- la construction des immeubles rationnels préfabriqués, construits sur des terrains non remembrés, ces immeubles étant donnés en compensation des créances des sinistrés, ce qui a permis de faire échec aux difficultés nées des remembrements.

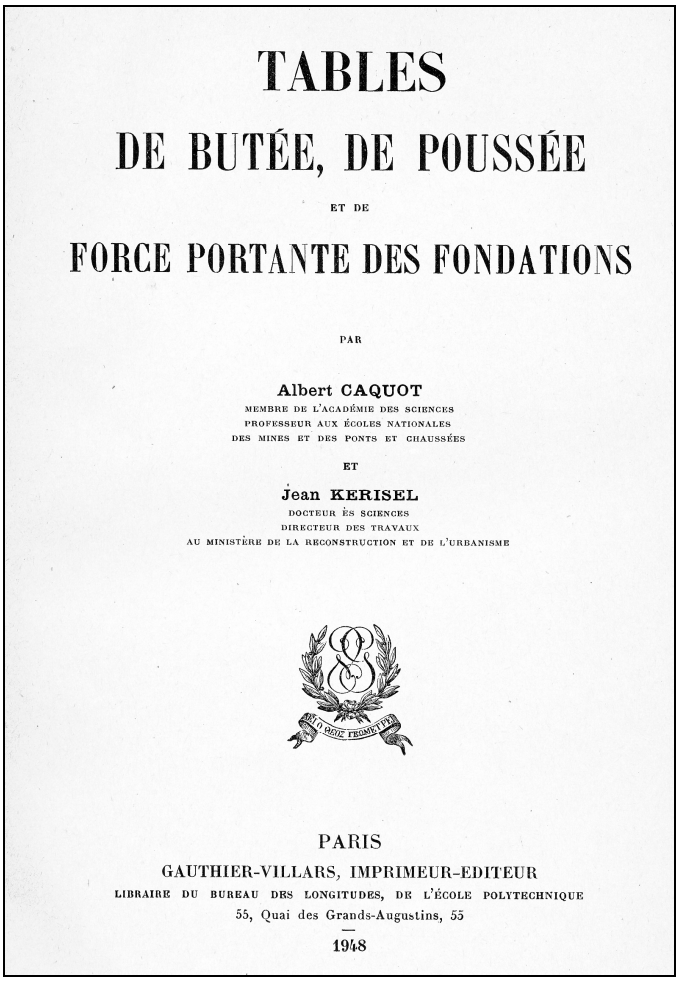
En 1951, Jean Kerisel estime que l'essentiel de la tâche de reconstruction est accompli. Il choisit donc de démissionner pour passer dans le secteur privé. En reconnaissance de l'œuvre considérable qu'il a accomplie, il est alors nommé Directeur Général Honoraire au Ministère de la Reconstruction (décret du Président de la République du 21 mai 1951) et est promu Officier de la Légion d'Honneur.

4. L'ingénieur-conseil et le professeur en géotechnique

Il fonde en 1952 le Bureau d'Études Simecsol, spécialisé dans le domaine de la géotechnique et des infrastructures et structures, qu'il va diriger pendant 27 ans et considérablement développer : en 2003, Simecsol, lors de son 50ème anniversaire célébré en présence de son fondateur, comptait 340 collaborateurs, dont 205 ingénieurs et cadres.

Au départ, c'est un difficile challenge pour quelqu'un qui a dirigé une grande administration nationale. Simecsol est, dès 1953, implantée rue Saint Dominique à Paris, dans un appartement vétuste, dont la cuisine sert de laboratoire. Dans la cave sont menées des expériences à l'aide d'une cuve à sable équipée de dispositifs dignes du concours Lépine. Mais, très vite, des collaborateurs de grande qualité, Michel de Lamotte et Henri Gonin, suivis par d'autres, rejoignent Simecsol.

Soit à titre personnel comme ingénieur-conseil, soit avec son bureau d'études Simecsol, Jean Kerisel va intervenir à travers le monde entier dans l'étude des fondations et la conceptions de grands ouvrages : ponts, barrages, ouvrages portuaires et aéroportuaires, tunnels, ensembles industriels et immobiliers, grandes tours d'habitation…



TABLES

DE BUTÉE, DE POUSSÉE

ET DE

FORCE PORTANTE DES FONDATIONS

PAR

Albert CAQUOT

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES
PROFESSEUR AUX ÉCOLES NATIONALES
DES MINES ET DES PONTS ET CHAUSSÉES

ET

Jean KERISEL

DOCTEUR ÈS SCIENCES
DIRECTEUR DES TRAVAUX
AU MINISTÈRE DE LA RECONSTRUCTION ET DE L'URBANISME

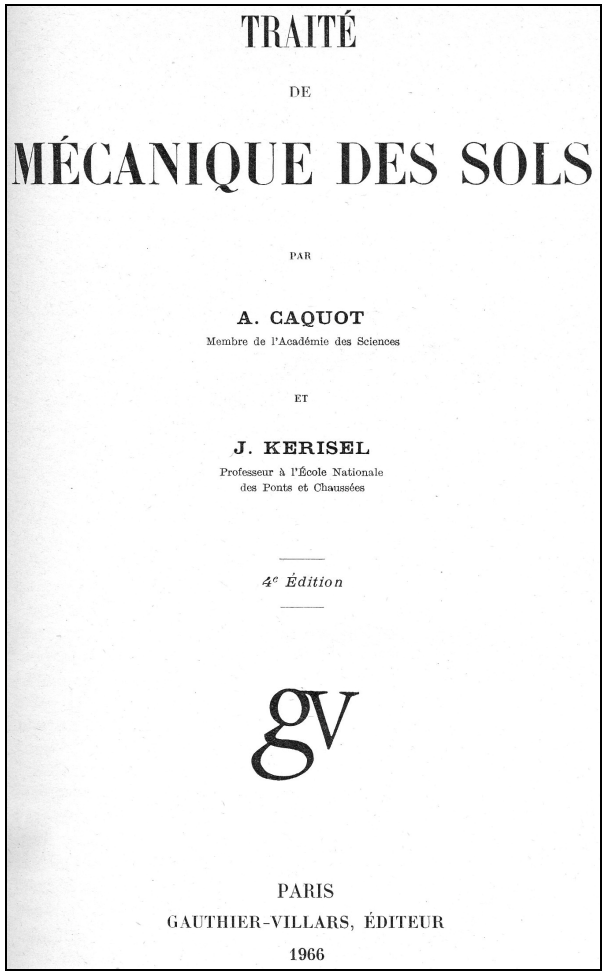
PARIS

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-EDITEUR

LIBRAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES, DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE

55, Quai des Grands-Augustins, 55

1948



TRAITÉ

DE

MÉCANIQUE DES SOLS

PAR

A. CAQUOT

Membre de l'Académie des Sciences

ET

J. KERISEL

Professeur à l'École Nationale
des Ponts et Chaussées

4e Édition

gV

PARIS

GAUTHIER-VILLARS, ÉDITEUR

1966

Figure 5. Tables de butée et de poussée et Traité de Mécanique des sols (1ère édition)

Durant la période de la reconstruction, Jean Kerisel avait continué à travailler dans le domaine de la Mécanique des sols et publié conjointement avec Albert Caquot (Figure 5) :

- en 1948, les « Tables de butée, de poussée et de force portante des fondations », en français et en anglais, complétées et rééditées en 1973, 1990 et 2003 ;
- en 1949, un « Traité de Mécanique des sols », complété et réédité en 1956 et 1966, et traduit en allemand (1967), espagnol (1969), roumain (1968) et japonais (1975).

Ces tables de poussée et de butée sont maintenant dépassées par les moyens modernes de calcul électronique, mais, durant des décennies, elles ont été un outil essentiel et simple d'utilisation pour l'élaboration des projets d'ouvrages de soutènement par les géotechniciens.

Jean Kerisel avait été également rapporteur général au 2ème Congrès International de Mécanique des Sols à Rotterdam en 1948 et, au ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, il présidait l'examen des projets de fondations présentés par les architectes et ingénieurs pour les bâtiments et ouvrages reconstruits sur dommages de guerre.

Tout ceci l'amène naturellement à être choisi comme Professeur à l'École Nationale des Ponts et Chaussées du Cours de Mécanique des sols. Il est nommé titulaire de cette chaire par décret du 19 janvier 1951. Il assurera cet enseignement jusqu'en 1969, c'est-à-dire pendant la durée maximale qu'autorise le décret organique de l'Ecole. La qualité de son enseignement lui fera conférer le titre de Professeur Honoraire par arrêté ministériel du 24 novembre de cette même année. Il passera alors le flambeau à Jacques Legrand, auquel succèdera en 1977 François Schlosser, puis en 1994 Jean-Pierre Magnan.

5. Principales interventions comme concepteur, expert ou ingénieur-conseil

Jean Kerisel est intervenu comme concepteur, expert ou conseil pour les fondations de nombreux ouvrages de tous types : ponts, barrages, tunnels, ports, aérodromes, tours de grande hauteur, ensembles industriels... Quatre de ses interventions sur des terrains particulièrement difficiles sont citées dans ce paragraphe.

5.1. Le pont de Maracaïbo (1958-1962)

Jean Kerisel intervient comme ingénieur-conseil d'un consortium d'entreprises allemande et vénézuelienne pour les fondations du pont sur le lac maritime de Maracaïbo (Venezuela), le pont Général Rafael Urdaneta (Figure 6). Ce pont routier permet la liaison entre Caracas et Panama via Carthagène. Il s'agit d'un pont en béton précontraint, de 8,7 km de longueur qui comporte 135 travées. Chacune des cinq travées principales de 235 m dégage une ouverture libre de 200 m et un tirant d'air de 45 m pour le passage des navires pétroliers.

Le lac de Maracaïbo atteint une profondeur de 18 m à l'emplacement du pont. Le fond est constitué d'une couche de vase silteuse de 2 à 18 m ; en dessous, se trouve une couche de sable dans laquelle sont intercalées de nombreuses lentilles d'argile et de silt, ainsi que des bancs de grès. Chaque pile des travées principales représente une charge verticale de 40.000 t et est supportée par 62 pieux en béton précontraint de 1,35 m de diamètre. Le plus long atteignait 57,50 m et pesait 110 t. Pour admettre 700 t de charge de service par pieu, Jean Kerisel fait effectuer des essais en les poussant jusqu'à 2000 t par pieu. Ceci permet d'optimiser la conception de ces pieux, mis en place dans des forages tubés, par des injections latérales suivies par des injections de pied. Au total, le linéaire de pieux mis en place représente près de 80 km.

Figure 6. Vue aérienne du pont de Maracaïbo (Venezuela)

5.2. Le barrage d'Arzal (1965-1970)

Jean Kerisel intervient, conjointement avec Albert Caquot, pour la construction d'un barrage en terre et enrochements à Arzal dans l'estuaire à marée de la Vilaine (Bretagne), leur projet ayant été retenu après concours (Figure 7).

Le but de ce barrage est de constituer une retenue d'eau douce de 35 millions de m^3 pour diverses villes de l'Ouest dont Saint Nazaire et de bloquer la remontée des eaux salées vaseuses jusqu'à Redon, tout en constituant un passage routier.

La considérable difficulté de cet ouvrage est qu'il s'agit de l'édifier sur une vase très molle et très épaisse, dans un estuaire de 500 m de largeur, soumis à un marnage qui en vive eau atteint 6,50 m.

Figure 7. Vue aérienne du barrage d'Arzal

L'ouvrage comporte :

- sur la rive droite, une écluse et un vannage évacuateur de crues assis sur le substratum peu profond. Ces ouvrages en béton sont réalisés d'abord, à sec, à l'abri d'une enceinte batardée ;
- sur la rive gauche, une digue de 360 m de longueur sur une épaisseur de vase atteignant 24 m.

La très faible cohésion de la vase ne permet à l'état naturel aucun chargement. Dans la partie centrale de la digue projetée, sont réalisés 3500 drains en sable de 25 cm de diamètre et 10 m de profondeur. Puis un tapis de sable de Loire de 2 m d'épaisseur est déposé, lui-même recouvert par un treillis métallique pour éviter un poinçonnement par les enrochements grossiers déposés au dessus. Le tapis de sable constitue un collecteur pour les drains verticaux assurant l'essorage de la partie supérieure de la vase, la plus riche en eau. L'élimination des pressions interstitielles de la vase est mesurée par des capteurs.

Ce dispositif de départ fut adapté pragmatiquement ensuite et le barrage réalisé et inauguré le 11 octobre 1972 par le ministre de l'Intérieur, président du Conseil Général du Morbihan. Dans deux articles publiés en 1970 et 1973, Jean Kerisel donne l'analyse détaillée des problèmes rencontrés pour ce qu'il considère comme « *un type de barrage difficile à exécuter* », une première mondiale qui a été riche en enseignements.

5.3. Le pont de l'Alma (1970-1974)

En 1970, il intervient pour les fondations du nouveau pont de l'Alma sur la Seine à Paris (Figure 8). Le précédent pont en maçonnerie à trois travées, réalisé de 1854 à 1856, était devenu trop étroit pour la circulation, tant routier que fluvial en convois poussés. De plus, bien qu'ayant dû être allégé, il avait tassé au total de près de 90 cm en 1970 (aval de la pile rive droite), faisant barrage en temps de crue de la Seine. Comme l'a expliqué Jean Kerisel dans le cadre de la Conférence Rankine « Vieilles structures en relation aux conditions du sol » qu'il a prononcée devant la British Geotechnical Society à Londres en 1975, ceci était dû à une erreur des ingénieurs en 1854 : ils avaient cru fonder le pont, par des petits pieux de 7 m, sur le calcaire du Lutétien, alors que celui-ci disparaît au droit du pont de l'Alma, laissant place à des argiles.

Figure 8. Le nouveau pont de l'Alma, à Paris (1970-1974)

Le nouveau pont a une largeur de 42 m, ce qui en fait le pont le plus large de Paris. Mais surtout il n'a que deux travées, dissymétriques, de respectivement 110 m et 31,50 m de longueur. Le tablier est constitué de quatre caissons métalliques et d'une dalle « Robinson » (tôle mince recouverte de béton). La travée rive gauche de 110 m surplombe la voie routière express et le chenal navigable.

La pile unique en rivière nécessitait bien sûr une assise solide. Cet objectif fut atteint, conformément aux préconisations de Jean Kerisel, par une fondation sur des murs moulés descendus jusqu'à la craie, à 38 m au dessous du fond de la rivière.

À noter que la populaire statue du zouave, due au sculpteur Diebolt, qui ornait le précédent pont et servait à mesurer le niveau des crues (il a été trempé jusqu'à l'épaule par la crue de 1910) a été remontée à la même cote sur l'avant-bec amont de la pile unique en Seine de ce nouveau pont, mis en service en 1974.

5.4. Le nouveau port de Sibari (Italie) (1970-1987)

Le gouvernement italien avait décidé, en 1965, à travers son agence « Cassa per il Mezzogiorno », de créer à Sibari, dans le sud de l'Italie, un complexe industriel desservi par un grand port à construire sur la mer Ionienne, pouvant accueillir des navires de 120000 tpl. Les travaux démarrent en 1967, mais, trois ans après, en 1970, la situation est catastrophique : le

môle principal, qui devait se développer sur 1200 m entre le rivage et les fonds de - 24 m, a tassé de 15 m à 300 m de la côte.

Jean Kerisel est appelé à la rescousse comme ingénieur-conseil pour tirer les conclusions de l'accident et élaborer un nouveau projet. Il met au point et fait réaliser un programme exhaustif d'exploration des sols.

Cette reconnaissance fait apparaître que l'épaisseur du manteau alluvial de sable, de 30 m près de la côte, n'est plus que de 5 m à quelques centaines de mètres de celle-ci ; d'autre part, ce sable repose sur une couche d'argile de 40 à 50 m d'épaisseur dont la capacité portante est très faible. Cette faible capacité portante de la couche d'argile malgré la surcharge de sable résulte du fait qu'elle repose elle-même sur une couche de graviers, siège d'un puissant artésianisme : à 70 m de profondeur, la pression de l'eau au lieu d'être de 70 t/m^2 est de 110 t/m^2, ce qui veut dire qu'un puits artésien aurait donné un jaillissement de 40 m. Ainsi s'explique l'engloutissement du port offshore.

Figure 9. Le port de Sibari (Italie) redessiné par Jean Kerisel
et exécuté avec succès (1970-1987)

Jean Kerisel élabore un nouveau projet de port, dont la plus grande partie est cette fois à l'intérieur de la ligne de côte, c'est-à-dire là où le manteau alluvial de sable est le plus épais (Figure 9). Pour les parties terminales des jetées, qui se trouveront en bordure d'une épaisseur de sable très réduite par le dragage du chenal d'accès, il fait adopter la solution d'un préchargement de sable atteignant 15 m d'épaisseur, conjugué avec la réalisation de drains verticaux en sable de 53 m de longueur et 30 cm de diamètre. De plus, pour éviter toute rupture locale après dragage de la passe d'entrée, les extrémités des jetées reposent sur un grillage en barres d'acier.

120.000 m de drains sont ainsi réalisés. À l'intérieur d'un tube descendu par vibration, les matériaux naturels sont désagrégés par hydrojet et rejetés à l'extérieur par une circulation de bas en eau ; le tube est relevé au fur et à mesure de la descente du drain qui est une immense chaussette de résille de nylon retenant un géotextile, remplie de sable.

En 1982, quatre ans de préchargement et de drainage avaient produit leur effet : le tassement, de 2,50 m au total, ne progressait plus que de 1 cm par mois. Après réalisation des deux môles et dragage de la passe d'accès alors entrepris, les tassements devinrent insignifiants. L'ensemble des travaux fut achevé en 1987.

6. Les principaux apports de Jean Kerisel à la géotechnique

À l'occasion de ses interventions à travers le monde ou des recherches et expériences qu'il n'a cessé de mener sur tous les aspects de la géotechnique, Jean Kerisel publie, durant 65 ans, de 1935 à 2000, outre son Traité de Mécanique des sols et ses Tables de butée et de poussée, un nombre considérable d'articles qui ont fait autorité. La liste en est ci-jointe.

Il développe très tôt les essais en vraie grandeur sur ouvrages réels. C'est le cas par exemple sur le premier pont d'Abidjan sur la lagune, sur le pont de Maracaïbo (cf. ci-dessus), où sont mesurés pour la première fois l'effort de pointe et l'effort de frottement latéral dans un essai de chargement de pieu poussé jusqu'à 2000 tonnes, puis sur le métro de Lyon. Il sait convaincre les maîtres d'œuvre de la rentabilité de ces essais, pourtant très coûteux, du fait de l'économie substantielle résultant de l'optimisation de l'ensemble des fondations de l'ouvrage, tout en étant alors assuré de disposer de la sécurité nécessaire.

Il poursuit ces expériences pour les pieux dans une station d'essai de grandes dimensions qu'il a conçue à l'IRABA à Saint-Rémy-les-Chevreuses en 1962. Il fait ainsi particulièrement avancer la compréhension de la force portante des fondations profondes, bouleversant du même coup les données du calcul de la résistance de pointe d'un pieu par rapport aux théories antérieurement appliquées.

Il montre l'importance de l'effet d'échelle pour l'interprétation des résultats de mesures des essais sur modèles réduits ou en semi-grandeur.

Il développe aussi ce qu'on appelle maintenant le renforcement des sols de fondation, comme à Arzal et Sibari. Mais avant, dès le début des années 1960, la nouvelle sidérurgie Usinor, implantée sur 800 hectares pris sur la mer en bordure du bassin est du port de Dunkerque, est fondée conformément à ses préconisations sur un nombre considérable de pieux en sable ; c'est la première utilisation en France de la technique de la vibroflottation à grande échelle pour la densification des terrains sableux.

Son apport est grand également pour la conception des tunnels. Il en acquiert une vaste expérience comme ingénieur-conseil de la RATP pendant vingt ans pour la réalisation des lignes successives du métro express parisien, le RER, avec ses stations de grande dimension et ses passages sous la Seine, et comme conseil également pour la réalisation des métros de Lyon, de Marseille et du Caire, ainsi que de divers autres tunnels (notamment Fourvière à Lyon et Bielsa sous les Pyrénées). Il analyse également très précisément, à la demande du ministre des Transports, l'accident du tunnel ferroviaire de Vierzy, près de Soissons, en juin 1972, qui fit 108 morts, lorsque deux trains en sens opposé rencontrèrent à trois minutes d'intervalle les éboulis provenant d'un subit écroulement de la voûte.

Ayant acquis une connaissance parfaite de l'histoire de la géotechnique, il montre l'importance de l'analyse des accidents du passé, y compris sur les ouvrages des anciens, pour bien en comprendre tous les mécanismes et les leçons ; il s'intéresse en particulier à la cathédrale de Beauvais, au Panthéon et à la Tour de Pise.

Grand théoricien, mais confrontant le résultat de la théorie à celui de l'expérience, ayant une large pratique du terrain, sachant bien écouter ses interlocuteurs et se mettre à leur portée, il a vraiment donné à la Mécanique des sols ses lettres de noblesse.

7. Les distinctions attribuées à Jean Kerisel

Reconnu par ses disciples et ses pairs tant en France qu'à l'étranger, Jean Kerisel est successivement élu :

- Président en 1968-1969 de la Société des Ingénieurs Civils de France, devenue depuis Société des Ingénieurs et Scientifiques de France.
- Président de 1969 à 1973 du Comité National Français de Mécanique des Sols et Travaux de Fondations.
- Président de 1973 à 1977 de la Société Internationale de Mécanique des Sols et Travaux de Fondations, l'International Society for Soil Mechanics and Foundation

Engineering (ISSMFE) ; élu à l'unanimité (Figure 10), il est le 6ème président de cette société fondée en 1936 (devenue depuis, en 1997, l'ISSMGE, International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering). Celle-ci groupait alors 50 nations et 10.000 membres.

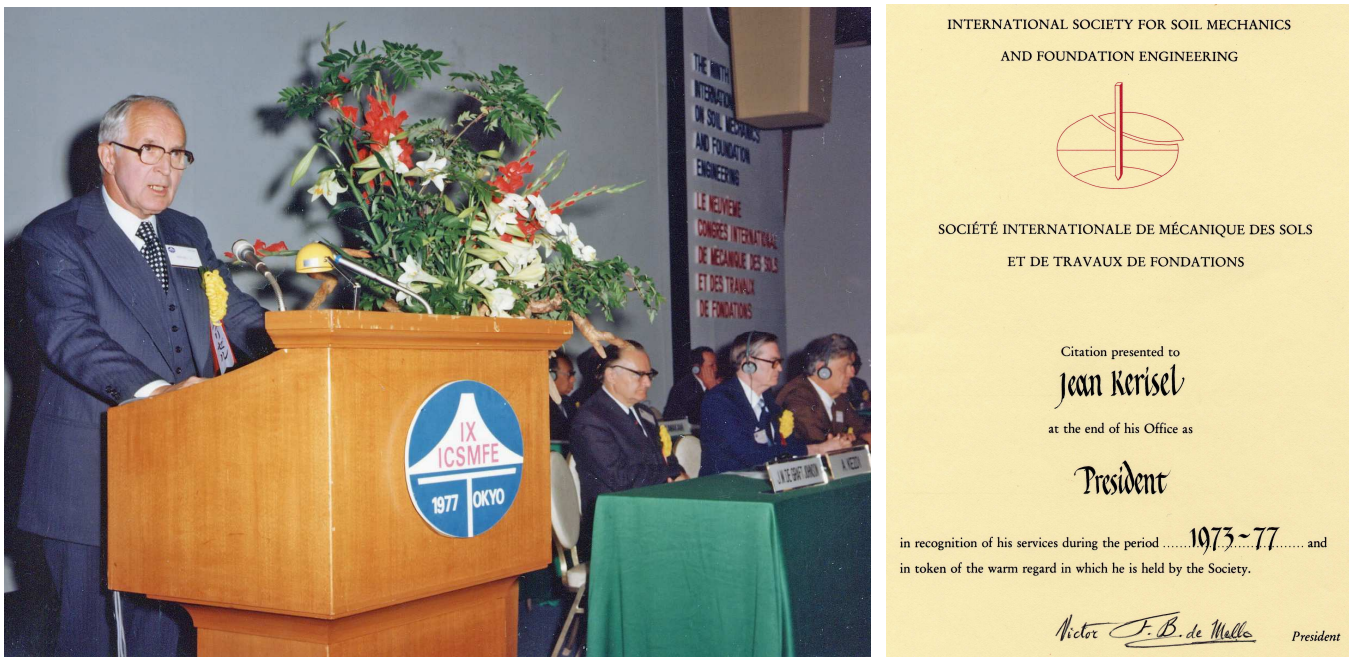


Figure 10. Jean Kerisel en 1977 au congrès ISSMFE de Tokyo

D'autres distinctions internationales suivront :

- L'Académie des Sciences de Hongrie le nomme membre honoraire en 1973.
- Marque de la grande estime qu'ont pour lui les Britanniques, il a le privilège d'être désigné pour prononcer en 1975 la conférence Rankine à l'Imperial College, à Londres, devant la British Geotechnical Society, le sujet traité ayant été « Old Structures in relation with soil conditions » (15th Rankine Lecture). Il prononce cette conférence dans un anglais qu'il avait eu à cœur de travailler longuement.
- L'Université de Liège, en 1975, puis celle de Naples, en 1996, le nomment Docteur Honoris Causa.

La France n'est pas en reste :

- Il est promu Commandeur de la Légion d'Honneur en 1975.
- À titre extraordinaire et bien qu'ayant quitté depuis 1952 l'Administration et le Corps des Ponts et Chaussées avec le grade d'Ingénieur en Chef, il est nommé en 1983 Ingénieur Général des Ponts et Chaussées Honoraire, distinction exceptionnellement accordée aux ingénieurs qui, au cours de leur carrière, ont illustré leur corps d'origine (arrêté ministériel du 22 juillet 1983).

8. Un deuxième domaine d'activités pour Jean Kerisel : l'égyptologie

En 1979, ayant dépassé l'âge de 70 ans, il abandonne la direction de son bureau d'études Simecsol, sans délaisser pour autant la Mécanique des sols et l'activité d'ingénieur-conseil.

Il consacre alors plus de temps à ses loisirs, à ses amis et à sa famille, grandement élargie par la naissance de ses 12 petits-enfants et 25 arrière petits-enfants. Mais, travailleur infatigable, nourrissant sans cesse de nombreux projets, il entame une deuxième « carrière » d'égyptologue.

Son activité professionnelle l'avait conduit au Caire comme conseil pour les travaux du métro. Avec Albert Caquot, il avait, d'autre part, présenté un projet pour le déplacement du

temple d'Abou Simbel, nécessité par la montée des eaux derrière le grand barrage d'Assouan. Cela le conduit à se passionner pour les ouvrages de l'Egypte des Pharaons, pour cette civilisation qui s'est perpétuée durant plus de trois mille ans avant notre ère, nous abandonnant les témoins de sa culture, avec le soin d'en interpréter bien des points obscurs. Plus généralement, la connaissance approfondie qu'il a acquise de l'histoire de la géotechnique l'amène à s'intéresser à la pathologie des ouvrages des anciens (Figure 11).

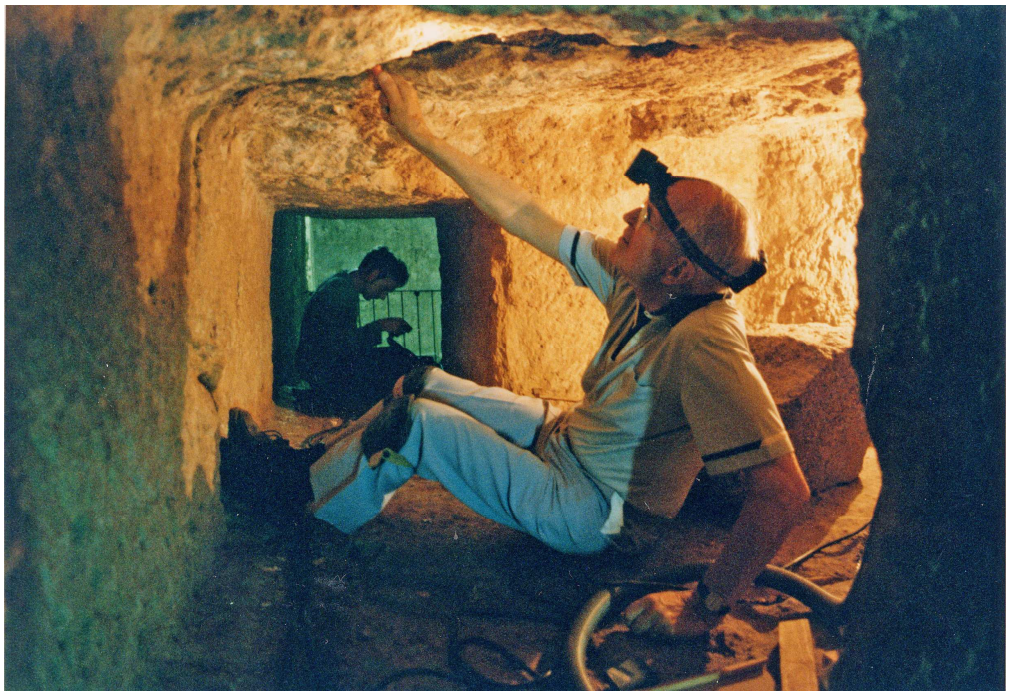


Figure 11. Jean Kerisel, en 1995, à 87 ans, auscultant la Grande Pyramide

Il apporte dans ce domaine l'œil neuf de l'ingénieur et démontre que nombre de théories des égyptologues « classiques » sur la construction de grands ouvrages de l'Egypte ancienne ne sont pas réalistes. Les égyptologues ne lui en voudront pas pour autant, puisque, de 1992 à 2002, il sera Secrétaire Général de l'Association France-Égypte.

Son expérience professionnelle et sa vaste culture ainsi qu'un talent certain pour l'écriture le conduisent à publier ainsi de 1987 à 2005, en français et en anglais, six livres dans le domaine de l'archéologie et de l'égyptologie, dont on trouvera la liste au § 11.1 ci-après. Le dernier, « Pierres et Hommes, des Pharaons à nos jours » (Figure 12), ne sera terminé que quelques semaines seulement avant sa mort.

À noter, entre autres, que les recherches approfondies de Jean Kerisel sur la Grande Pyramide et sur le pharaon Khéops, dont le tombeau n'a jusqu'à présent pas été retrouvé, le conduisent en 2002 à émettre une théorie sur l'emplacement de ce tombeau. Cette théorie, cohérente avec le témoignage d'Hérodote, paraît extrêmement plausible, comme en atteste l'imprimatur accordé à l'article « The tomb of Cheops and the testimony of Herodotus » de Jean Kerisel publié par la revue britannique « Discussions in Egyptology », qui fait autorité dans ce domaine. Les autorités égyptiennes n'ont malheureusement pas permis, de son vivant, que les vérifications nécessaires, pourtant peu coûteuses, qu'il avait préconisées pour confirmer ou infirmer cette théorie puissent être effectuées.

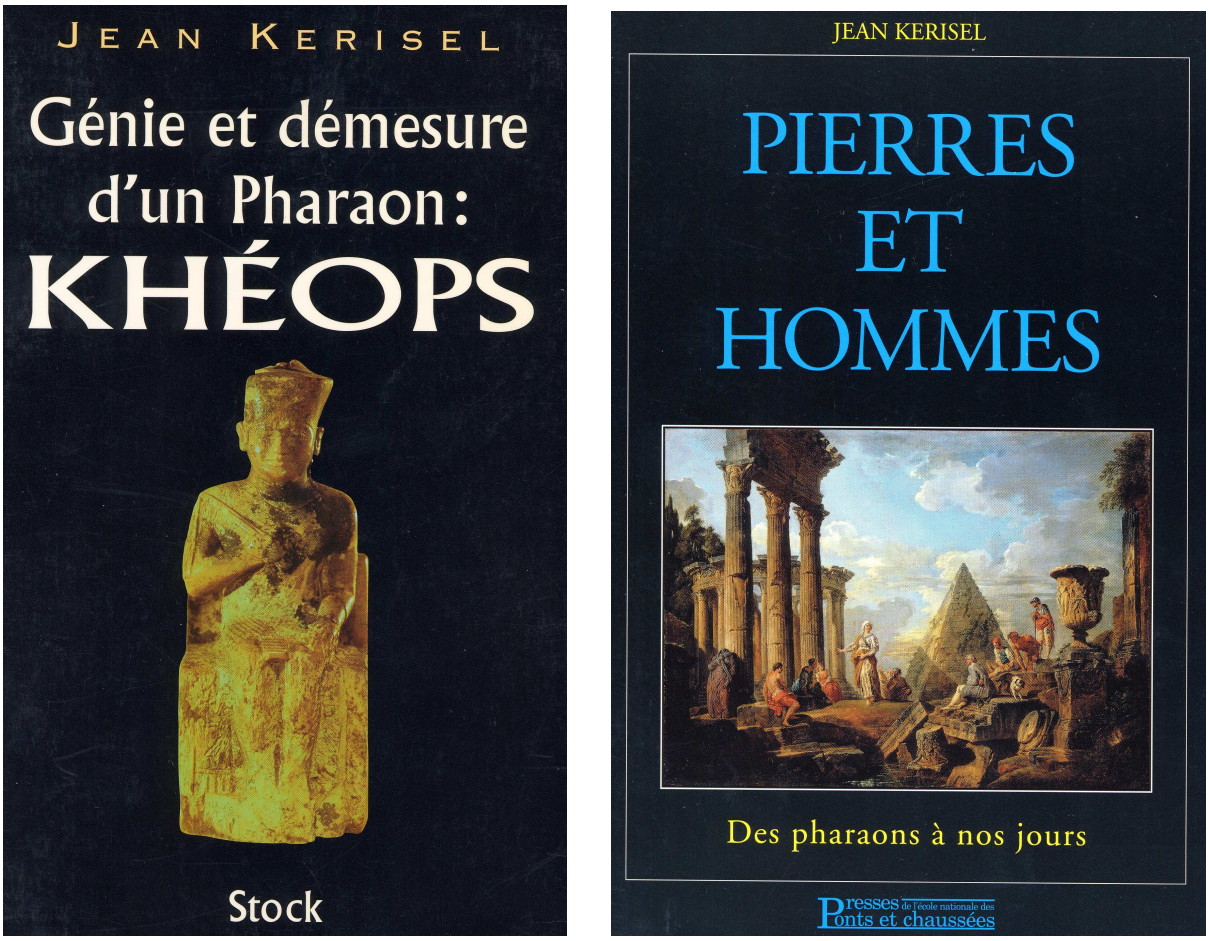


Figure 12. Deux des livres d'Egyptologie de Jean Kerisel, à droite le dernier paru en 2004

9. La mémoire de la collaboration avec son beau-père Albert Caquot

Admiration et fidélité et une collaboration scientifique intime pendant plus de 40 ans avec le grand ingénieur et savant que fut son beau-père Albert Caquot, qui s'illustra non seulement dans le domaine du génie civil mais également dans ceux de l'aérodynamique et l'hydrodynamique, amènent Jean Kerisel à être également l'auteur d'une biographie retraçant la vie hors du commun de celui-ci. Il publie un premier livre en 1978, deux ans après la mort de cet éminent ingénieur, suivi d'un deuxième livre plus complet édité en 2001, lors de la publication d'un timbre sur Albert Caquot, dont le sous-titre, « Savant, Soldat et Bâtisseur », résume clairement la vie de l'un des plus grands des ingénieurs français du 20ème siècle.

10. Conclusion

Jean Kerisel s'est éteint le 22 janvier 2005, dans sa quatre vingt dix septième année. En plus de 70 ans d'activité professionnelle, il a réalisé une œuvre considérable et apporté une contribution essentielle aux progrès de la géotechnique : celle d'un ingénieur conjuguant une vaste culture scientifique à l'humilité du physicien qui sait avoir recours à l'expérimentation et en tirer tous les enseignements utiles ; il aimait citer cet aphorisme d'Eugène Freyssinet : « Il n'y a rien de plus instructif qu'une expérience ratée. »

Pour toute une génération d'ingénieurs qui a reçu son enseignement et a participé à ses côtés à la conception et à la réalisation des infrastructures de nombreux ouvrages de génie civil, il a été le Maître et souvent le conseiller amical ayant permis à une discipline scientifique encore jeune de se développer et de s'imposer dans le domaine de la construction. Il a entretenu avec ses élèves, ses disciples, ses collaborateurs et ses collègues, en France et à

l'étranger, des relations suivies et très souvent chaleureuses qui faisaient de lui une personnalité connue et respectée dans le monde entier.

William F. Van Impe, président de la Société Internationale de Mécanique des Sols et de la Géotechnique, adressa à la famille de Jean Kerisel lors du décès de celui-ci, le témoignage de sa profonde douleur devant la disparition de celui qu'il appelait « notre grand ami et grand seigneur Jean Kerisel ». Il confirmait ainsi les relations d'estime et d'amitié que Jean Kerisel avait nouées avec toute la communauté internationale des géotechniciens.

Mais Jean Kerisel fut aussi un homme qui est resté toujours jeune et qui aimait profondément la vie. Il a su conduire avec une égale perfection et un parfait équilibre sa vie personnelle, familiale et professionnelle. Sa grande intelligence, sa large ouverture d'esprit, sa qualité de coeur à l'écoute de tous, son courage et sa volonté ne se sont jamais démentis.

Figure 13. Jean Kerisel, un homme resté toujours jeune

Jean Kerisel maniait l'humour même à ses propres dépens. Il rappelait ainsi qu'en 1983 un de ses petits-fils, très féru de football, qui était impressionné par l'activité que continuait à déployer son grand-père, après s'être enquis sur son âge à l'occasion d'un anniversaire, lui avait dit de manière un peu impertinente : « Somme toute, Grand-père, c'est comme si vous jouiez les prolongations. » Et Jean Kerisel enchaînait : « Tout le problème est bien là ! Eviter que le cerveau ne lâche pendant les prolongations. Question de dosage, de santé, d'enthousiasme pour des sujets nouveaux et d'ambiance, bien sûr tissée de tristesse ou de joie. »

Tous ceux qui l'ont approché ont été séduits par la simplicité de son accueil et sa totale disponibilité ; il savait aller vite à l'essentiel, sans jamais perdre de vue le côté humain dont témoignait la bienveillance qu'il manifestait à l'égard d'autrui, ce qui n'altérait en rien son jugement sur les hommes.

Malgré la perte de son épouse, décédée en 1998 après soixante-six ans d'une union sans faille, il sut garder dans son foyer un accueil chaleureux pour sa famille et à ses amis. Et en dépit de ce deuil et de *l'infinie mélancolie de l'âge avancé*, mon père, Jean Kerisel, a conservé jusqu'au dernier jour sa lucidité, sa jeunesse d'esprit et son amour de la vie. Parmi toutes les grâces qui furent accordées à cet homme exceptionnel, la plus précieuse fut peut-être celle de n'avoir pas connu de crépuscule au soir de sa longue vie.

11. Livres et articles publiés par Jean Kerisel

11.1. Livres de Jean Kerisel

« *Tables de butée, de poussée et de force portante des fondations* » et « *Tables for the calculation of passive pressure, active pressure and bearing capacity of foundations* », co-auteur avec Albert Caquot, (1948), Gauthier-Villars, Paris, et Lewis, Londres. Rééditées en 1973, co-auteur avec Albert Caquot et Elie Absi, Gauthier-Villars/Bordas, Paris, et en 1990 et 2003, Presses ENPC, Paris, Balkema, Rotterdam.

« *Traité de Mécanique des Sols* », co-auteur avec Albert Caquot, en mai 1949, réédité en 1956 et 1966, Gauthier-Villars, Paris ; traduit en allemand en 1967 « *Grundlagen der Bodenmechanik* », Springer-Verlag, Berlin ; traduit en espagnol en 1969 « *Tratado de Mecánica de Suelos* », Interciencia, Madrid (1969) ; traduit aussi en roumain en 1968 et en japonais en 1975.

« Cours de Mécanique des Sols », éditions 1950-1951, 1954-1955, 1957-1958, 1959-1960, 1961-1962 et 1963-1964 », Presses ENPC, Paris.

« *Glissements de terrains, Abaques* », Dunod, Paris (1967).

« *Albert Caquot, Créateur et Précurseur* », Eyrolles, Paris (1978).

« *Down to Earth, Foundations Past and Present, the Invisible Art of the Builder* », Balkema, Rotterdam (1987 et 1991).

« *La Pyramide à travers les âges. Mythes et religions* », Presses de l'ENPC, Paris (1991).

« *Génie et démesure d'un pharaon : Khéops* », Stock, Paris (1996 et 2001).

« *Le Nil : l'espoir et la colère. De la sagesse à la démesure* », Presses ENPC, Paris (1999).

« *The Nile and its Masters, Past, Present, Future, Source of Hope and Anger* », Balkema, Rotterdam (2001).

« *Albert Caquot (1881-1976), Savant, soldat et bâtisseur* », Presses de l'ENPC, Paris (2001)

« *Pierres et Hommes, des Pharaons à nos jours* », Presses de l'ENPC, Paris (2004)

« *Of Stones and Man: from the Pharaohs to the present day* », Taylor & Francis (London) / Balkema, Leiden (Hollande) (2005).

11.2. Articles publiés par Jean Kerisel

11.2.1. Articles sur la reconstruction de la France

« *La reconstruction des villes sinistrées* », revue Travaux, déc. 1943, n°114, p. 439.

« *Le plan de la reconstruction et ses exigences économiques et financières* », Congrès technique international du 16 au 21 sept. 1946, Paris.

« *Les problèmes de l'habitation du point de vue industriel, les matériaux* », Société d'encouragement pour l'industrie nationale, 1946.

« Les problèmes économiques posés par la reconstruction de la France », Paris, 5 rue Las Cases, 1946.

« *Point actuel de la reconstruction, ses perspectives d'avenir* », séance du 2 mars 1948 de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics.

« *Problèmes généraux de la construction et de la reconstruction en France et en Grande Bretagne* », co-auteur avec H. Symon, conférence du 20 janvier 1950 à la Société des Ingénieurs Civils de France, Paris, Impr. Nationale.

11.2.2. Articles concernant l'urbanisme

« *La Rénovation de Paris* », conférence faite le 10 octobre 1968 à la Société de Géographie Commerciale, Revue Economique Française publiée par cette Société, 1969, n°1, 2 à 9.

« *L'Urbanisme Souterrain* », conférence du 19 janvier 1968 à la Société des Ingénieurs Civils de France, revue Sciences et Techniques, n°9, et du 9 octobre 1968 à la Société Royale Belge des Ingénieurs et des Industriels, revue de cette Société de mars 1969, n°3, 123 à 131.

« Underground town planning », conférence du 25 novembre 1968 devant la Section Britannique des Ingénieurs Civils de France.

« L'urbanisme des grandes villes », Casablanca, 1968.

« *Choix des voies souterraines à réserver sous Paris* », 16 février 1970, rédigé à la demande de l'Atelier Parisien d'Urbanisme (Préfecture de la Seine).

11.2.3. Articles sur la géotechnique

« *Contribution à l'étude du frottement des milieux pulvérulents et application à l'étude des fondations* », thèse de Doctorat en Sorbonne, 3 juillet 1935, Gauthier-Villars, Paris.

« *L'hystérésis dans les phénomènes mécaniques* », thèse de Doctorat en Sorbonne, 3 juillet 1935, Gauthier-Villars, Paris.

« *L'hystérésis dans les milieux pulvérulents* », Annales des Ponts et Chaussées, n°23, novembre 1938 – XI, 617 à 626.

« *La force portante des pieux* », conférence du 26 avril 1939 à l'I.T.B.T.P., Annales des Ponts et Chaussées, mai 1939, n°21, 579-633.

« *Théorie générale de la force portante des pieux* », co-auteur avec Albert Caquot, revue Travaux, juin 1948, n°164, p. 313.

« *Sur le terme de surface dans le calcul des fondations en milieu pulvérulent* », Journées de mécanique des sols du Comité français de mécanique des sols, 7, 8 et 9 juillet 1952, co-auteur avec Albert Caquot, annales de l'I.T.B.T.P., mars–avril 1953, p. 340.

« *Courbes de glissement de sol sous la pointe des pieux* », Journées de mécanique des sols du Comité français de mécanique des sols, 7, 8 et 9 juillet 1952, co-auteur avec Albert Caquot, annales de l'I.T.B.T.P., mars –avril 1953, 341-342.

« *Déformations et contraintes au voisinage des pieux* », communication faite le 5 mai 1953 sous les auspices du Groupement Belge de la Société Internationale de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondation, publiée par l'Association Belge pour l'Etude, l'Essai et l'Emploi des Matériaux (A.B.E.M.), n°10, Bruxelles , Imprimerie des Travaux Publics.

« *Historique de la Mécanique des Sols en France jusqu'au 20ème Siècle* » Géotechnique, décembre 1956, 151-166 ; publié aussi par les Annales des ponts et Chaussées n°19 et The Institution of Civil Engineers, Londres, 1956, 151-165.

« *Fondations profondes en terrains médiocres* », revue Travaux, mai 1957, n°271.

« *Soils Mechanics and Foundation Engineering* », comptes-rendus du 4ème Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, Londres, août 1957.

« *Mesures in situ pour déterminer la portance d'une fondation : interprétation des résultats du pénétromètre* », Cahiers du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, 1957, n°30, cahier n°251, 1-23.

« *Poussée des terres sur les ouvrages et tunnels* », compte-rendu du 4ème Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, Londres, août 1957, Butterworths Scientific Publications, Londres, division 5, 457-462.

« *Historique de la mécanique des sols en France jusqu'au XXè siècle »,* Annales des Ponts et Chaussées, juillet-août 1958, n°19, 505-531.

« *Fondations profondes en terrains médiocres* », séance du 12 mars 1957, Annales de l'I.T.B.T.P., Série Sols et Fondations 28, n°122, février 1958, 208-216, B. N. 4°V 16291.

« *Le puits d'essai du pont rail-route d'Abidjan* », revue Travaux, avril 1958, n°282.

« *La mécanique des sols : recherches et investigations récentes* », conférence au Congrès de l'industrie française des travaux publics, revue Travaux, sept. 1958, n°287, p. 874.

« *Fondations profondes en milieu sableux : variation de la force portante en fonction de la densité, de la profondeur, du diamètre et de la vitesse d'enfoncement »,* comptes-rendus du 5ème Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, Paris, 1961, vol. 2, 73-83.

« *Résumé de quelques expériences de fondations profondes dans des sols pulvérulents* » « *Resumen de algunas experiencias de fundaciones profundas en suelos granulares »,* Bulletin n°7 de la Sociedad Venezolana de Mecanica del Suelo e Ingenieria de Fundaciones, avril-mai-juin 1962, 3-12.

« *Fondations Profondes* », co-auteur avec Michel Adam, 3 avril 1962, Annales de l'I.T.B.T.P., série Sols et Fondations n°39, nov. 1962, n°179, 1054-1081.

« *Barrages en Terre, leur conception et leur calcul* », Coopération Technique, A.S.T.E.F., avril-juin 1962.

« *L'invention et l'évolution des techniques d'injection, 1ère partie : 1802-1850* », co-auteur avec Rudolph Glossop, Annales des Ponts et Chaussées, mai-juin 1962.

« *Stabilisation des sols par effet progressif de dalle dans l'utilisation des laitiers* », Revue générale des Routes et des Autoroutes, 1962.

« *Die Gründung der Brücke über den Maracaibo-See* », co-auteur avec Hanns Simons, Vorträge der Baugrundtagung, Essen, 1962. Description en français de l'ensemble des travaux dans « *Le pont en béton précontraint de 8.678 m. de longueur sur le Lac Maracaïbo (Venezuela)* », par H. Simons, revue La Technique des Travaux, sept.-oct. 1963.

« *Stabilisation des sols par effet progressif de dalle dans l'utilisation des laitiers* », conf. devant l'A.T.R. à Metz, 1963.

« *Nécessité de rapporter les tassements au rayon moyen de la surface chargée et les pressions appliquées aux pressions limites* », Congrès européen de mécanique des sols et travaux de fondations, Wiesbaden, 1963, 83-88.

« *Évolution de la mécanique des sols* », extrait du volume d'hommage au Professeur F. Campus, Belgique, 1964, 185-189.

« *Deep foundations basic experimental facts* », Deep Foundations Conference, Mexico, 7-12 décembre 1964, vol. 1, 5-44.

« *Résistance de pointe en milieux pulvérulents de serrages divers – Point resistance in cohesionless media at various densities* », co-auteur avec R. L'Herminier, et Yuan Tcheng, comptes-rendus du 6ème Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, Montréal, 1965, 4/9, 265-270.

« *Vertical and horizontal bearing capacity of deep foundations in clay* », conférence donnée à Duke University, U.S.A., 1965.

« *Classification des propriétés des argiles saturées en fonction de l'indice des vides* », « *Classification of Mechanical Properties of Saturated Clays as a Function of Void Ratio* », co-auteur avec Albert Caquot, comptes-rendus du 6ème Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, Montréal, 1965, 2/11, 189-192.

« *Tassements sous les fondations. Méthode de prévision à partir de l'appareil triaxial* », co-auteur avec Michel Quatre, Annales des Ponts et Chaussées, n°3, mai-juin 1966, 143-164.

« *Scaling laws in soils mechanics* », conf. au 3è congrès Panaméricain de Mécanique des Sols et d'Ingéniérie des Fondations, Caracas, 8 au 15 juillet 1967, vol. 3, 69-92.

« *Calcul des forces horizontales applicables aux fondations profondes dans les argiles et limons* », co-auteur avec Michel Adam, juin 1967, Annales ITBTP, série Sols et Fondations n°64, n°239, nov. 1967.

« *Settlements under foundations. Calculation using the triaxial apparatus* », co-auteur avec Michel Quatre, revue Civil Engineering, Londres, mai-juin 1968.

« *Pieu vertical sollicité horizontalement. Approche dans le domaine de l'élasticité par application de la théorie de Mindlin* », co-auteur avec C. Lenci, J. Maurice et F. Madinier, Annales des Ponts et Chaussées, VI – 1968.

« *Réseau Express Régional – géologie et géotechnique* », co-auteur avec E. C. Sivignon, revue Travaux, n°406, janv. 1969, p. 13.

« *Charges limites d'un pieu en milieux argileux et limoneux – Ultimate loads for a pile in clayey and silty sils* », co-auteur avec Michel Adam, comptes-rendus du 7ème Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, Mexico, 1969, 131-139.

« *Effet des vibrations sur les fondations et les sols – Einfluss von Erschütterungen auf Fundationen und Baugrund »,* Conférence du 7 nov. 1969 à Lucerne (Suisse).

« *Le barrage d'Arzal »,* 10ème Congrès des Grands Barrages, Montréal, 1970, rapport n°2, Q. 37, 17 à 45, co-auteur avec Guy Besnier et Albert Caquot.

« *Le Langage des Modèles en Mécanique des Sols – The Language of Models in Soil Mechanics* », comptes-rendus du 5ème congrès européen de mécanique des sols et des travaux de fondations, Madrid, 10 avril 1972, vol. 2, 9-30.

« *Mesures de poussée et de butée faites avec 42 paires de butons asservis* », ouvrage d'essai avant réalisation du métro de Lyon, comptes-rendus du 5è congrès européen de mécanique des sols et des travaux de fondations, Madrid, 1972, vol. 1, IIIa-5, 265-273, co-auteur avec J. Ferrand, P. Laréal, P. Clement.

« *Etat actuel de nos connaissances en mécanique des sols, lacunes et progrès* », communication du 7 mai 1973, à l'occasion de la 5è conférence Raoul Dutron, à l'Association Belge pour l'Etude, l'Essai et l'Emploi des matériaux, publication A.B.E.M. n° 407, 7-23. Conférence également faite le 11 janv. 1973 à Casablanca, sous l'égide de l'ITBM.

« *Le Barrage d'Arzal - un barrage sur sol très compressible construit au travers d'un estuaire à marée* », Géotechnique, mars 1973, n° 1, 23, 49-65 ; publié aussi par The Institution of Civil Engineers, Londres, 1973.

« *Contraintes exercées par le sol sur la station Auber à Paris* », co-auteur avec L. Lupiac, comptes-rendus du 8ème Congrès International de Mécanique des sols et des Travaux de Fondations, Moscou, 6 au 11 août 1973, 2/19, 121-126.

« *Bicentenaire de l'essai de 1773 de Charles Augustin Coulomb* », *« Bicentenary of the 1773 Paper of Charles Augustin Coulomb »*, Introduction au 8ème Congrès International de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, Moscou, 6 au 11 août 1973, comptes-rendus, tome 4-2, 137-149, revue Travaux, oct. 1973, Paris ; réimprimé pour la 1ère biennale Coulomb du 3 octobre 2001 par le Comité Français de Mécanique des Sols et de Géotechnique ; publié aussi par le Bulletin de Liaison du Génie, nov. 1973, n° 41, 25 à 30, et Sciences et Techniques, janv. 1974, n° 10, 17 à 22.

« *Old structures in relation to soil conditions* - Vieilles structures en relation aux conditions du sol », 15th Rankine Lecture of the British Geotechnical Society à Imperial College, Londres, 1975, revue Géotechnique, 25, n° 3, 433-483 ; publié aussi par la Rivista Italiana de Geotecnica, anno IX, n° 3, août-sept. 1975, 118-146.

« *Problemi del porto di Sibari* », Associazione Geotecnica Italiana, XII convegno nazionale di geotecnica, Cosenza, 18-21 sept. 1975.

« *Transmission des surcharges à travers un massif* », Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics (I.T.B.T.P.), série Sols et Fondations n° 126, supplt au n° 335 de janv. 1976, co-auteur avec Yuan Tcheng et Marcel Reimbert.

« Survol des sujets traités lors des récents symposiums internationaux », publications de la Société suisse de mécanique des sols et des roches, session des 18 et 19 juin 1976, Schaffouse, Suisse.

« Synthèse géotechnique et applications au génie civil au métro de Marseille », concernant la ligne 1 de ce métro, co-auteur avec Paul Vendangeon, revue Travaux, n° 501, nov. 1976, 29-32.

« Soulèvements d'une argile déchargée et leur prévision – Upheaval of Unloaded Clays - Tentative Method of its Calculation », co-auteur avec P. Savey, 9ème Congrès International de Mécanique des sols et des Travaux de Fondations, Tokyo, 1977, 2/46, 593-596.

« *Coulomb et la rhéologie* », co-auteur avec Bernard Persoz, Industrie Minérale, 15 juin 1978, 243-247 ; publié aussi sous le titre *« Coulomb and Rheology »* par la British Society of Rheology en 1979, vol. 22, n° 3.

« *Méthode convergence-confinement pour le calcul des revêtements de tunnels* », 26 octobre 1978.

« *Hommage à Louis Ménard* », prononcé à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, 1979, Sols – Soils n° 28.

« *Quelques réflexions générales sur l'interaction sol-structure* », collège international des sciences du bâtiment, 2 au 4 juin 1981.

Discours d'ouverture et conclusions comme président de la session 9, consacrée au sauvetage du patrimoine artistique mondial menacé dans ses fondations, 10ème Congrès International de Mécanique des sols et des Travaux de Fondations, Stockholm, 1981.

« Expérimentation d'un mur à ancrages multiples », co-auteur avec J. Robert, F. Schlosser, I. Juran, G. Causse, C. Romon, comptes-rendus du 10ème Congrès International de Mécanique des sols et des Travaux de Fondations, Stockholm, 1981, vol. 2.

« *Les chantiers et monuments du passé : leçons pour l'ingénieur et l'architecte. Le percement de la tranchée de la Culebra au canal de Panama, Le Panthéon français, La Tour de Pise, Le code de construction Lie Jie de 1091 en Chine* », Conférence du 16 févr. 1982 à l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, Annales de l'ITBTP, Série sols et

fondations 181, n°410, décembre 1982, 37 à 80.

« *Les restaurations à travers le temps, un facteur important : le sol. Exemple d'une restauration célèbre : celle du Panthéon français*. », conférence à l'École Polytechnique, 1983, Paris.

« *Perspectiva historica de la Ingenieria Geotecnica* », Real Academia de Ciencias Exactas, Fisicas y Naturales, Madrid, 8 mai 1984.

« Est-il possible de prévoir la force des pieux battus ? », symposium international Rammpfahlgrundungen im kustenbereich des 9 et 10 mai 1985 à Hanovre, Allemagne.

« *Histoire de l'ingénierie géomécanique jusqu'à 1700 – The history of geotechnical engineering up until 1700* ». Livre d'Or sur l'Histoire de la Géomécanique écrit pour le 50è anniversaire de la Société Internationale de Mécanique des Sols et des Travaux de Fondations, XIème Congrès International de San Francisco du 12 au 16 août 1985, Balkema, Rotterdam, 1ère partie, 3-93.

« *Evaluation of the small cohesion existing in natural sands deemed to be cohesionless* », Acta Tecnica Academiae Scientiarum Hungaricae, Budapest, 1985, 98 (1-2), 87-95.

« *Ground Engineer's Reference Book »,* Rafts (50), Butterworths, London, 1985.

« *A glimpse of geotechnical engineering during the fourth and third millennia B.C. - Premières compréhensions de la géotechnique aux IVe et IIIe millénaires* », comptes rendus d'un symposium international organisé par le groupe national grec de l'I.A.E.G, à Athènes du 19 au 23 septembre 1988, Balkema, Rotterdam, 1988, vol 3, 1641-1651.

« The Port of Sibari, Italy », revue « The Dock and Harbour Authority », sept. 1988, 93-97, co-auteur avec Giuseppe Matteoti.

« Orientamenti pratici del progetto delle opere di fondazione e di sostegno », co-auteur avec Giuseppe Matteotti et Maurizio de Santis, Padoue, SGE, 1991.

« Géotechnique et Archéologie », conférence d'ouverture du CFMS, Journées de Lyon, et Conférence du 22 févr. 1991 *« Geotecnica e Archeologia »* à l'Université de Padoue, Sindacato Ingegneri Liberi Professionisti Della Regione Veneto et Sindacato Ingegneri Liberi Professionisti Della Provincia Di Padova.

« *History of retaining walls design* », Proc. of the Conf. Retaining Structures (Inst of Civ. Eng., Cambridge, 20-23 juillet 1992), Londres, Thomas Telford, 1993, 1-16.

« *Géotehnique et Archéologie – Geotechnique and Archeology* », Rev. Franç. Géotech., n°63, 5-7, avril 1993.

« *History of retaining wall design* », Geotecnia en el año 2000. Libro homenaje a José Antonio Jiménez Salas, 2000.

11.2.4. Articles sur l'archéologie et l'égyptologie

« *L'invention dans la pyramide égyptienne. Imhotep et ses successeurs* », Symposium interdisciplinaire de sciences humaines et physiques, avril, Université de Naples, 1984.

« *Microstructure of mortars from three Egyptian pyramids* », Cement and Concrete Research, USA, vol. 18, 81-90, 1988, co-auteur avec Micheline Regourd, P. Deletie, B. Haguenauer.

« Civilisation et monuments », communication le 7 novembre 1988 à l'Académie des Sciences Morales et Politiques, Revue des Sciences Morales et Politiques, Gauthier-Villars, 1988, n°4, 505 à 512.

« Une route néolithique en Angleterre », revue Archeologia, Paris, n°232, fév. 1988.

« Le dossier scientifique sur la pyramide de Khéops », revue Archéologia, fév. 1988, 46-54.

« La pyramide de Khéops, une anomalie dans la chambre du Roi », Archeologia, n°268, mai 1991.

« The pyramid of Cheops, further research (october and december 1992) », Revue Française d'Egyptologie, 1993.

« *Les polytechniciens et l'archéologie* », revue La Jaune et la Rouge, n°504, avril 1995, 3-8.

« *Les méthodes classiques applicables à l'archéologie* », revue La Jaune et la Rouge, n°504, avril 1995, p. 15.

« *Utilisation de la microrobotique dans la grande pyramide* », revue La Jaune et la Rouge, n°504, avril 1995, p. 28.

« *La tour de Pise au péril des hommes* », revue La Jaune et la Rouge, n°504, avril 1995, 29-

32.

« *Liaisons interocéaniques des XIXè et XXè siècles : Suez et Panama, lointaines conséquences de l'expédition d'Égypte. De Jomard (1794) à Bunau-Varilla (1878) en passant par Godin de Lépinay (1840) »,* revue La Jaune et la Rouge, n°512, fév. 1996, 53 - 59.

« *Problèmes de géologie appliquée chez les Pharaons – Egypt of the Pharaohs, some case histories »,* conférence du 4 octobre 1996 à l'Université Frédéric II de Naples, à l'occasion de sa nomination comme Docteur Honoris Causa de cette université.

« *Tour de Pise, le réveil du carillon attendu pour Noël 2000 »,* revue Chantiers de France, n°322, juillet-août 1999, 9-12.

« *The tomb of Cheops and the testimony of Herodotus* », 29 janv. 2002, revue Discussions in Egyptology 53, 47 à 55, Oxford.

« *Le tombeau de Khéops et une vérification peu coûteuse* », conférence à la F.N.T.P. et revue Travaux, 2003, n°796, 68 à 76, Paris.