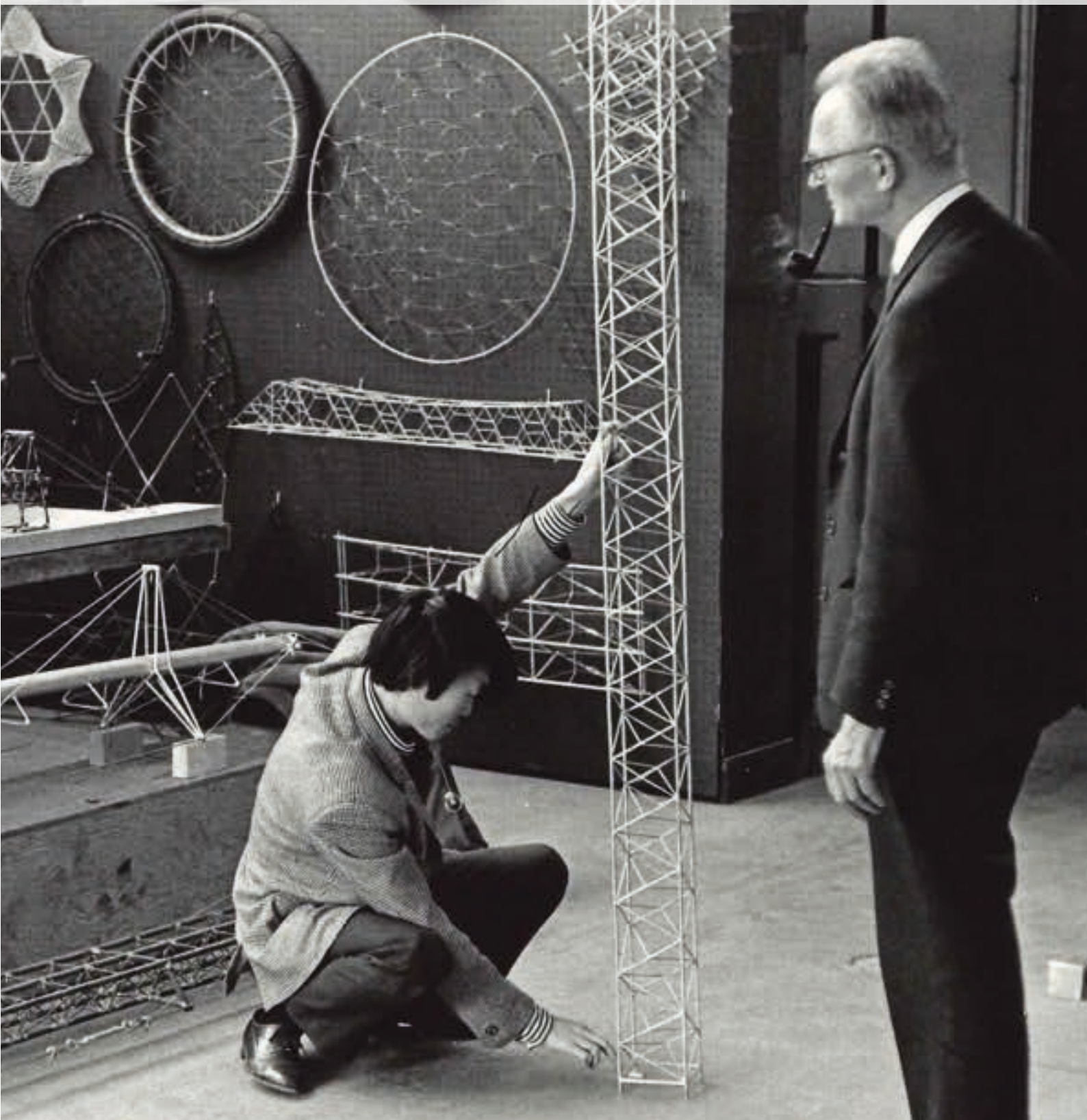


*Votre événement
à l'Académie d'Architecture*


ACADÉMIE
D'ARCHITECTURE
—
9 place des Vosges 75004

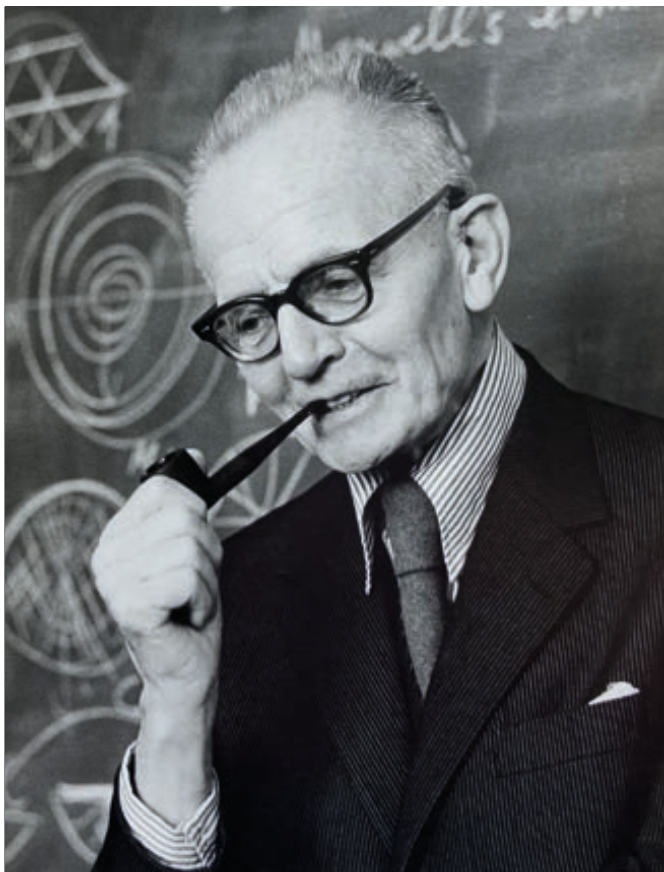


EXPOSITION ROBERT LE RICOLAIS

Portée infinie, poids nul

31 Janvier - 14 Février 2024

Conférence de Marc Mimram le 7 février à 18h
& Visites guidées 1,2,8 et 9 février



« Portée infinie, poids nul »

Qui était Robert Le Ricolais, le pionnier des structures légères ?

Dans son laboratoire de Philadelphie, centre nerveux de la recherche fondamentale en matière de construction, ce Français méconnu dans son pays élabore à l'aide de formules mathématiques et de tubes soudés, les structures du IIIe millénaire. Gilles Anouil. Dans brochure « À la recherche de la mécanique des formes. Exposition de 1965 au Grand Palais consacrée à Robert Le Ricolais.

Robert Le Ricolais (1894 -1974), membre Associé de l'Académie d'Architecture (1970¹) est considéré comme le père des structures tridimensionnelles.

Il est internationalement reconnu pour ses travaux et son enseignement au sein du laboratoire de recherche de structures de l'université de Pennsylvanie à Philadelphie où il travailla avec Louis Kahn. En 1965, le Grand Palais lui consacra une exposition suivie de deux autres à Madrid et à Lausanne ainsi qu'en Pennsylvanie. Il a peu construit sinon une œuvre majeure dont il ne subsiste qu'une des deux grandes halles réalisées à Yaoundé. Cependant entre sa démission de L'Air-Liquide en 1943 et avant son départ pour les États-Unis en 1951, il fut ingénieur-conseil et travailla avec le Ministère de la Reconstruction. À ce titre, il participa à plusieurs constructions innovantes en France métropolitaine et d'outre-mer. Il déposa 19 brevets.

Ces travaux se fondent sur deux convictions :

¹ Il fut reçu à l'Académie d'Architecture la même année que Jean Prouvé (1901 – 1984).

Nb : quand une des personnes citées fut ou est membre de L'Académie d'Architecture, son nom est suivi de (AA).

- La nature offre une gamme infinie de solutions structurelles applicables aux constructions civiles;

- Moins la matière est utilisée, pour peu qu'elle soit disposée judicieusement, plus il est possible d'atteindre des performances élevées que l'expression « portée infinie, poids nul » reprise dans la revue *Le Carré Bleu* (n° 2 – 1994) porte au niveau d'un slogan. Robert Le Ricolais aimait à en souligner le caractère paradoxal : observant le comportement de la matière, il vaut mieux s'attacher aux vides qui l'entourent qu'à la matière elle-même.

Blessé gravement au cours de la Grande Guerre, il ne put achever ses études d'ingénieur. Il fréquenta la Grande Chaumière, fut peintre, membre de l'Association des « Artistes Modernes », poète au sein de l'École de Rochefort. Plusieurs fois exposées, ses œuvres sont conservées au musée de Nantes, au Centre Georges Pompidou, aux archives de la Cité de l'Architecture et du Patrimoine ainsi que dans des collections privées.

Pour cette exposition, hommage à un homme et à son œuvre, accompagnant les vœux de l'Académie, sont montrés :

- Un grand panorama photographique des maquettes du fonds de l'université de Philadelphie et dont un double des clichés est conservé à la Cité de l'Architecture.

- Des œuvres graphiques et divers documents (aéroglyphes notamment) du fonds Maurice Thomas et du fonds Robert Le Ricolais en possession de l'Académie et déposé à la Cité de l'Architecture et du Patrimoine.

- Des maquettes de la collection Maurice Thomas (Maurice Thomas et Robert Le Ricolais se sont connus à Nantes vers 1960 et s'y lièrent d'amitié ; Maurice Thomas se rendit à Philadelphie pour y rencontrer Robert Le Ricolais ainsi que Louis Kahn), ainsi que celles réalisées par les étudiants du double cursus architecte/ingénieur de l'ENS d'Architecture de Marne-la-Vallée et de l'École des Ponts et Chaussées sous la direction de Marc Mimram (AA).

- Des vitrines complètent cette exposition en montrant quelques publications, des manuscrits, calculs, dessins et schémas parmi des centaines de notes en anglais et en français encore peu exploitées.

- Ces documents sont accompagnés d'une animation sur écran ponctuée de quelques prises de parole et témoignages.

- Enfin, un texte de quelques dizaines de pages s'essaie à retracer la vie et l'œuvre de Robert Le Ricolais selon l'ordre chronologique.

Cette exposition a pour ambition de raviver l'attention qu'il convient de porter aux pionniers des structures tridimensionnelles et légères. Depuis 1997, soit à l'occasion de l'exposition qui s'est tenue à Beaubourg, *L'art de l'ingénieur, Constructeur, entrepreneur, inventeur* sous la direction d'Alain Guiheux et de Raymond Guidot et dont un ouvrage éponyme fut réalisé sous la direction d'Antoine Picon (AA). Il n'y a donc, depuis plus de 25 ans aucune manifestation majeure en faveur des liens étroits unissant l'invention constructive et l'invention architecturale si ce n'est celle consacrée en 2023 à l'œuvre de Norman Foster au Centre Pompidou, et dont certains projets semblent bien dans la lignée des travaux de Robert Le Ricolais comme peut l'être l'antenne de télécommunication réalisée en 1991 à Barcelone. Raviver l'attention, c'est dire que nous espérons que l'exemple de Robert Le Ricolais pourrait

susciter un vif intérêt pour les cultures constructives, plus particulièrement pour les structures légères. Celles-ci sont économes en matière, en énergie, se montent plus vite, se démontent également plus vite, renouent avec la standardisation. Elles peuvent tout aussi bien s'inscrire dans le long terme que dans l'éphémère lié à diverses manifestations, foires, fêtes, festivals, aux habitats d'urgence devant répondre aux catastrophes « naturelles » et aux conséquences des conflits. Le slogan « Portée infinie, poids nul » a de beaux jours devant lui.

Nous vous invitons pour satisfaire votre curiosité à consulter les ouvrages suivants qui chacun donne accès à l'œuvre de Robert Le Ricolais :

- Soit en mettant l'accent sur une approche plus mathématique, physique et expérimentale : Marc Mimram (préface de Paul Chemetov (AA)), *Structures et formes, Étude appliquée à l'œuvre de Robert Le Ricolais*, Édit. Dunod/Presses des Ponts et Chaussées, juin 1983.

- Soit en s'attachant plus à rendre compte des diverses facettes d'une vie et d'un parcours scientifique mais aussi artistique en ayant recours à plusieurs auteurs et témoignages : *Le Carré Bleu, donner des idées – Robert Le Ricolais 1894 - 1977*, second trimestre 1994, numéro bilingue (français-anglais).

- Soit en rendant compte d'une réalisation, selon la rigueur d'un article scientifique de Gilles-Antoine Langlois, celle du garage de Yaoundé réalisé en 1947, (article qui outre de multiples renseignements établit un inventaire des réalisations et collaborations de RLR) : « Un édifice majeur du XXe siècle menacé de disparition : à Yaoundé, la halle APLEX ultime de Robert Le Ricolais », *aedificare*, n°2, 2017, p. 205-234, disponible en ligne <https://hal.science/hal-01527064v2>

- Soit encore en recherchant parmi les collaborations de Robert Le Ricolais, une qui parmi d'autres rendrait bien compte de la phase de sa vie en tant qu'ingénieur-conseil de la fin de la guerre aux premières années de la Reconstruction. Il s'agit de l'article de Xavier Dousson, paru en ligne et répondant également aux exigences des articles scientifiques : « La reconstruction du village témoin du Bosquel, dans la Somme après 1940. Récit, ambitions et paradoxes d'une opération singulière ». *In Situ* n° 21, 2013, disponible en ligne <https://journals.openedition.org/insitu/10470>

Le temps nous étant compté, nous avons puisé dans les ouvrages, articles, catalogues et divers manuscrits qui ont été consacrés à l'œuvre de Robert Le Ricolais ou qui sont directement de sa main.

Nous désignerons désormais Robert Le Ricolais dans le cours de ce texte par les initiales RLR.

Il nous a semblé efficace pour la compréhension de son œuvre de suivre l'ordre chronologique de sa vie (avec quelques flashbacks et anticipations ainsi que des témoignages et précisions de nature plus scientifique). Sachant que nous ne saurions en restituer le fil sans lacune, des pans entiers de sa vie seront plus ou moins informés, du moins dans le présent document. Il convient d'avoir à l'esprit qu'en 1951 RLR rejoint les États-Unis d'Amérique et les grandes universités du nord-est, il a déjà 57 ans. Or la plupart des écrits qui se rapportent à sa vie et à son œuvre, le sont pour les deux décennies suivantes. Avant, l'information est plus lacunaire. C'est en quoi parmi d'autres qualités, les articles de Xavier Dousson et de Gilles-Antoine Langlois se sont avérés très utiles pour combler une part de ces lacunes, en particulier quand il était ingénieur-conseil entre 1943 et 1951. Pour les années qui conduisent de ses études supérieures à la Grande Guerre, de sa démobilisation en 1919 à 1931, il vivait alors à Paris, de 1931 à 1943 quand il rejoint Nantes et travaille à L'Air-Liquide, le suivi de sa vie et de son

œuvre demeure largement à faire. RLR est présenté principalement comme chercheur, inventeur, enseignant, conférencier, mais il fut également peintre et poète. Dans quelle mesure la diversité des domaines qu'il a investis, et il le fit bien au-delà du simple amateurisme, (observations de la nature, brevets, peintures, dessins et poésies, amour des errances urbaines) sont-ils autant de domaines distincts et cloisonnés ou, au contraire, font-ils système ? Certaines formulations expressives et convaincantes qu'il a adoptées pour expliquer les liens entre structures naturelles (coquillages, plantes, radiolaires, microstructures osseuses. ...) et constructions humaines (poutres, voûtes, pylônes ...), pourraient le laisser penser. Au contact de Louis Kahn dont le verbe poétique était inséparable de son architecture, RLR ne pouvait que conforter sa conviction que la recreation du réel devait se nourrir de l'imaginaire. Certaines de ses notes de voyages conservées dans le fonds Maurice Thomas aident à saisir l'universalisme de ses curiosités. Recopiant sagement une carte de la Grèce antique, chaque site est annoté de quelques lignes lui permettant de mieux se repérer dans le fatras des liens et des inimitiés des divinités, demi-dieux et héros. Cela n'avait rien d'un exercice d'érudition mais une manière de mieux s'imprégner des lieux en associant aux traces archéologiques celles d'un panthéon déjà largement relégué dans les arcanes des lettres classiques.



2 pages manuscrites de RLR, la Grèce antique, ses lieux, sa mythologie. Sans date.
Fonds Maurice Thomas.

Pour notre part, nous ne saurions trancher entre ces deux hypothèses, celle d'une séparation des savoirs, celle de leur *continuum* et complémentarité. David-Georges Emmerich (1925-1996), qui fut en France un des principaux représentants des recherches sur la morphologie structurale en architecture, a opté pour l'hypothèse de l'indissociabilité des disciplines que RLR embrassa. Ainsi écrit-il les lignes suivantes dans *Le Carré Bleu* : *Selon ses convictions, tout en ayant pour ambition le changement fondamental des techniques de construction même, le rôle véritable de la recherche dépasse son utilité purement fonctionnelle. La structure n'est pas seulement le système porteur, l'armature indispensable du bâtiment, mais la raison d'être même de l'architecture. Pour les rêveurs de son espèce, la structure transcende ainsi les contingences purement matérielles pour acquérir une force quasi poétique.*

Ce qui est certain, même si RLR a peu construit (et nous en donnerons les raisons et celles que RLR apporta lui-même), il eut toujours à cœur, même si ce fut par le biais créatif des chemins poétiques et picturaux, que ses recherches puissent trouver des applications concrètes (brevets pour diverses machines, prototypes de fermes et hangars destinés à l'exportation vers les départements et territoires d'outre-mer ou pour l'amélioration de la productivité agricole de nos campagnes, ponts, stades, pylônes, mais aussi études pour une meilleure fluidité de la circulation ...), au risque d'explorer les confins avancés d'une certaine utopie (métro aérien qu'il nomma *Skyrail* ou voies aériennes qu'il nomma *Skyway*, pont immergé du détroit de Messine entre l'Italie et la Sicile...).

Sur l'utopie, Gabriel Jardin, Marie-Thérèse Mathieu et Michel Ragon rapportent les propos de RLR sans pour autant donner les dates de leur entrevue, ils figurent dans *Le Carré Bleu* :

Le métro à Paris est une chose sublime qui représente à mes yeux la grande réussite de l'urbanisme. L'idée de réaliser la continuité de transport m'apparaît grandiose pour l'époque. Car le métro fonctionne encore et fonctionnera encore longtemps ; il suffit de regarder Paris les jours de grève ! Je sais bien que maintenant il est devenu trop petit, mais il demeure en soi primordial. Seulement, le sous-sol parisien est désormais transformé en écumoire. Pendant un temps, j'avais donc imaginé des voies aériennes que j'avais baptisées «skyway».

C'était charmant, mais poésie pure. La rédactrice d'une revue est venue me voir à Philadelphie et nous avons longtemps causé. Elle est amusante car elle considère que tous ces projets sont des utopies. Moi, cela ne me gêne pas, je suis très content d'être utopique. L'utopie d'aujourd'hui sera la réalité de demain.

Les étapes d'une vie et d'une œuvre

Suite à cette introduction qui s'en est allée dans de diverses directions en espérant qu'elle ait aiguisé votre curiosité : revenons aux dates pour suivre les étapes de la vie riche et mouvementée de RLR et le cheminement de sa pensée.

- Le 30, octobre **1894**, Georges, Robert, Valory Le Ricolais naît à la Roche-sur-Yon en Vendée, son père est avocat, sa mère directrice d'école normale. Nous n'en savons guère plus sinon que son père (Valory LR) est un avocat et écrivain assez réputé, auteur de recueils de poésies (dont *L'Écrin des Souvenirs, petits poèmes d'anciennes heures*, Paris, Crès et cie, 1923) ; plusieurs de ses ouvrages sont consultables à la BNF. Éléments biographiques :

<https://www.muzillac.bzh/personnages/ecrivains/valory-le-ricolais-1855/>

- En **1912**, il obtient son baccalauréat ès sciences.

- De la rentrée universitaire **1912** à la fin de l'année scolaire **1914**, soit pendant deux années, il suit à Paris (École Polytechnique, ENSBA), entre autres enseignements, les cours du professeur Paul Montel dont il conserva toute sa vie l'estime et l'amitié. En gage de sa reconnaissance, son ancien professeur fut l'invité d'honneur de l'exposition consacrée à RLR au Grand Palais en 1965. Paul Montel (1876-1975) fut un mathématicien français de renom, membre de l'Académie des Sciences en 1937 au sein de la section *Géométrie*. Soulignons le mot *Géométrie*, discipline dont RLR ne s'est jamais départi.

Monsieur Le Ricolaïs et moi avons abordé le même jour, il y a un demi-siècle, l'étude de la résistance des matériaux, lui comme élève de notre Ecole nationale supérieure des Beaux-Arts, moi comme professeur à cette Ecole.

Devenu familier avec cette science qui utilise l'algèbre, la géométrie, la mécanique pour assurer la stabilité des constructions et en mesurer les déformations, il n'a pas tardé à remarquer que la fixité de ses principes entraînait son évolution. Il a alors fait appel à la topologie, science des propriétés invariantes d'une figure qui se déforme sans se déchirer et utilise la notion fondamentale d'ordre de connexion. Celui-ci dépend du nombre de ses trous, nombre qui intervient dans la construction.

Considérant que la mathématique est présente dans la nature vivante ou inanimée, comme le montrent les ouvrages de Monod-Herzen, qui elle s'associe à l'expression de la beauté des formes ainsi qu'il apparaît dans les travaux de Birkhoff, que les films de savon réalisent les surfaces les moins étendues dites surfaces minima, que les constructions naturelles correspondent à une économie de matière ou d'effort, comme la route des coquilles d'œuf, les cannelures des coquillages, les alvéoles des ruches, d'abeilles, M. Le Ricolaïs résolut de placer la mathématique au cœur de l'architecture pour lui permettre de remplir dans les meilleures conditions son rôle organique.

Il a ainsi pu mettre au service de l'Architecture, avec une remarquable pénétration des moyens d'expression dont la finesse s'allie à l'élégance. Ces moyens peussent modifier profondément le dessin prochain de nos cités. Ils proposeront aux urbanistes, pour l'établissement de leurs plans, de nouveaux problèmes relatifs aux formes de nos voies de communication et à nos procédés de transport.

Paul Montel.

Manuscrit de Paul Montel, vraisemblablement de 1965 à l'occasion de son discours lors de l'exposition au Grand Palais. Fonds Maurice Thomas. On y apprend que RLR a suivi les cours de Paul Montel à l'ENSBA. Il y assistait en tant qu'auditeur libre, comme il l'était probablement à l'École Polytechnique.

Sur l'importance de la topologie, Robert Le Ricolais apporte les précisions suivantes : *Il faut cependant attendre Archimède pour arriver à la conquête définitive ... Ce sont souvent des devinettes ou des assemblages de mots qui forment les bases de disciplines nouvelles. Ne devons-nous pas à Gergonne et à son point - contre-point, la conception initiale de la topologie : deux points incidents à une ligne, deux lignes sont incidentes à un point. Cette affirmation lie les deux notions essentielles de l'espace : continuité et contiguïté, et donc celle, non moins fondamentale, de dualité. Nous arrivons ainsi à l'essentiel : essayons de penser les trois éléments de l'espace, lui-même.* Extrait de la conférence de RLR en 1965 – Musée de la Découverte.

- Le 13 octobre **1914**, RLR fut mobilisé, il dut alors interrompre ses études, du moins pour ce qui relève de l'obtention de certificats et de diplômes, ce que plus d'un texte aime à souligner, qualifiant RLR *d'autodidacte*. Le qualificatif fait toujours florès, Jean Prouvé (AA) n'y échappa pas également. Nous sommes en droit de douter de sa formation solitaire car son amitié avec Paul Montel n'a pu se perpétuer qu'en continuant à fréquenter les bancs universitaires, du moins en auditeur libre. Ce n'est évidemment qu'une hypothèse, mais il n'est pas exclu qu'elle puisse être confortée.

- **1914** à **1918**, il est au front, blessé trois fois, l'une de ses blessures est très grave, croix de guerre, deux citations. En 1918, il est employé des forces expéditionnaires américaines, probablement en qualité d'interprète et de traducteur ; il reçoit la Military Cross. Ce n'est qu'en 1935 qu'une pension d'invalidité lui est accordée.

- Le 4 avril **1919**, il est démobilisé.

- De **1918** à **1931**, il vit à Paris. Nous savons qu'il suit les cours de peinture de la Grande Chaumière. Certains de ses tableaux ou compositions s'inscrivent dans le courant Constructiviste ou Futuriste quoique son attachement aux formes figuratives, symboliques, voire décoratives, n'a jamais faibli.



Huiles sur toile et compositions à l'aérographe -
Collection particulière.

Quelques mots sur la technique de l'aérographe. RLR était passé virtuose dans le maniement de l'aérographe qu'il pratiquait à l'aide d'un pistolet pneumatique.

Il procédait de la manière suivante :



° Tout d'abord il réalisait un dessin sur un papier plus ou moins transparent dont il faisait ressortir les traits et contours dominants.

° Après avoir recouvert l'arrière de la feuille d'un crayonné général, il opérât par ponçage un transfert sur une feuille propre en veillant à ce que la feuille correctement centrée réalise une sorte de cadre rectangulaire à la manière d'une marie-louise ou d'une cuvette comme s'il s'agissait d'une gravure.

° À partir du dessin original, il découpait une série de caches, mâles et femelles.

° S'aidant de la trace laissée par le léger ponçage, il disposait les caches pour souffler les encres noires ou colorées à l'aérographe avec plus ou moins de densité, soit à l'intérieur, soit en limite de ceux-ci

° Il obtenait ainsi des effets de modelé et de lumière dont cette caryatide est un bon exemple. Le léger décalage des caches pouvait créer un effet d'aura ajoutant aux reliefs lumineux un effet plus ou moins féérique. Fonds Maurice Thomas.



Nb : Les mêmes caches pouvaient servir plusieurs fois, mis à l'envers afin de réaliser d'autres compositions dont certaines symétriques. Fonds Maurice Thomas.

La plupart des articles consacrés à RLR passent sous silence ces 13 années parisiennes. Quel(s) métier(s) exerça-t-il ? Parmi les documents conservés dans le fonds Maurice Thomas, nous trouvons un de ses brevets d'invention déposé à la Direction de la Propriété Industrielle, daté du 10 mars 1926 sous le n° 612.608. Ce brevet porte l'intitulé suivant : Un appareil perforateur électrique pour papier et autres substances mauvaises conductrices en feuilles ou lames minces. Ce témoignage, aussi éloigné est-il de ces futurs travaux, apporte la preuve que RLR ne cessa pendant ses années parisiennes de mener des recherches relevant de son appétit créatif. Il a alors 32 ans. Il faudra attendre 1934 pour que soit établie par la Commission des titres d'ingénieur la rationalisation des écoles habilitées à délivrer ces diplômes en France. Disons que le titre n'était pas encore vraiment défendu.

Il lui fut de fait attribué quelques années plus tard quand il accéda à une reconnaissance nationale et internationale. Nous y reviendrons.

- En 1921, il se marie avec Marguerite née Duverel, elle-même peintre (1894-1981). Le couple n'eut pas d'héritiers directs¹, c'est peut-être une des raisons qui peut être avancée pour expliquer qu'il distribua avec générosité et plaisir, et même entreposa, chez ses connaissances, amies et amis, son œuvre peinte et ses très nombreuses maquettes mais aussi carnets, notes et correspondances.



¹ RLR eut une fille née en 1914, (il était alors étudiant), décédée en 2012. Jeannine Le Ricolais, il semble que les liens père/fille furent très distants.

Beaucoup ont disparu au cours de leurs pérégrinations d'expositions en expositions. Nous en avons l'attestation pour les maquettes de l'exposition du Palais de la Découverte qui ont « voyagé » d'Espagne et Suisse et de Suisse en France dans diverses écoles d'architecture. Quant à celles qui ont échappé à ces va-et-vient, beaucoup ont été détruites par les ayant-droit des dépositaires.

- En 1931, il s'installe à Nantes. Il est salarié de l'entreprise L'Air-Liquide dont il fut directeur-adjoint pour le secteur ouest. Georges Claude (1870-1960) qui en fut un des deux fondateurs, est physicien et chimiste, industriel, inventeur et praticien remarquable reconnu pour l'importance, l'étendue et la diversité de ses travaux, entre autres la création du tube à néon. Bardé d'honneurs, il en fut cependant déchu à la Libération en tant que collaborationniste très engagé en faveur des occupants.

- De 1931 à 1943, RLR, parallèlement à son activité au sein de L'Air-Liquide, mène trois activités simultanément, du moins est-ce ainsi que les éléments de datation dont nous disposons nous portent à le croire :

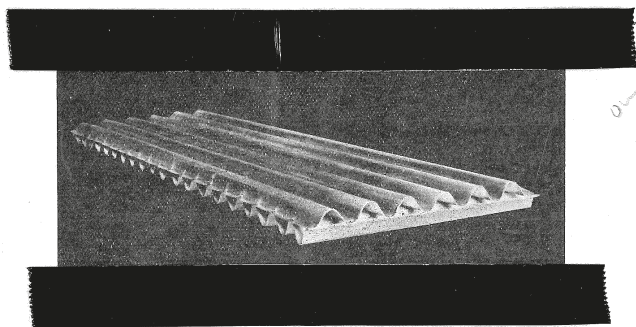
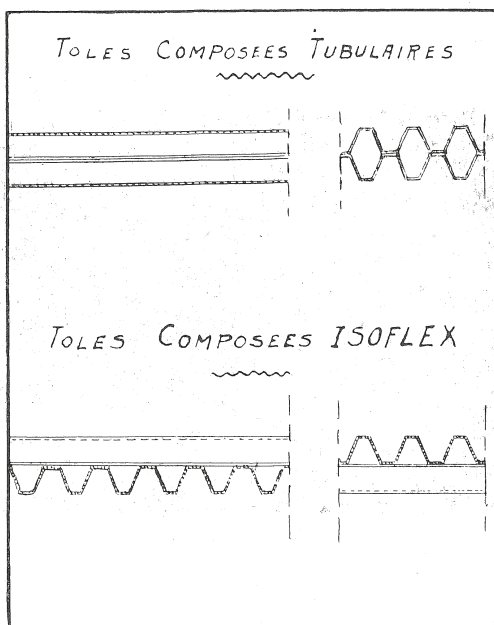
- o Structures tridimensionnelles - brevets et publications scientifiques ;
- o Peintures, dessins à l'aérographe ;
- o Poésies, groupe de l'École de Rochefort, un recueil publié (un second sera publié beaucoup plus tard).

Photographie de Marguerite Le Ricolais dans le coin-atelier de leur maison d'Orvault où le couple est venu habiter en 1943. Nantes subit d'importants bombardements, celui du 16 septembre 1943 notamment. 1943 coïncide avec l'année de la démission de RLR de L'Air-Liquide et du dépôt de son brevet *Aplex*, système de structures tridimensionnelles formées d'éléments standardisés en bois pour couvrir de grandes surfaces sans point d'appui.

Photographie du fonds Maurice Thomas. La peinture datée de 1965 est conservée au musée de Nantes.

Apportons quelques précisions sur les structures tridimensionnelles. Nous passerons presque sous silence ses divers brevets (il en déposa 19, selon les informations auxquelles nous avons eu accès) pour retenir tout d'abord celui inaugurant les recherches structurelles portant sur « LES TÔLES COMPOSÉES, et leurs applications aux constructions métalliques légères ». Ce brevet fut également publié dans le bulletin des ingénieurs civils de France de mai-juin 1935. De quoi retourne-t-il ? Il faut retenir une anecdote que RLR aimait citer : suivant en voiture un camion transportant sur sa plateforme des tôles ondulées, il fut frappé par

le fait que dès lors qu'elles étaient rangées par couches croisées, l'ensemble conservait tenue et rigidité, en dépit des cahots. Aucune tôle prise séparément ne pouvait se comporter ainsi. Il invente ainsi le principe de panneaux rigides, *Isoflex*, composés de deux tôles ondulées, rivetées ou soudées et croisées dont il déclina les formes, matériaux et applications que ces feuilles ondulées pouvaient adopter (le bois notamment). Notons que le croisement des nappes peut s'établir dans plusieurs directions, dont deux s'imposent, orthogonales et hexagonales.



1° Les tôles composées tubulaires résultant de l'assemblage de deux tôles ondulées ou cannelées, suivant des points de soudure, parallèles aux génératrices d'ondes;

2° Les tôles composées Isoflex (fig. 4) résultant de l'assemblage de deux tôles ondulées ou cannelées superposées et croisées fixées par un ou plusieurs points à chaque contact des génératrices d'ondes.

Rappel des avantages dus aux profils ondulés pour des tôles minces soumises à des efforts de flexion.

Pour simplifier les calculs, nous donnerons à l'onde (fig. 5) un profil

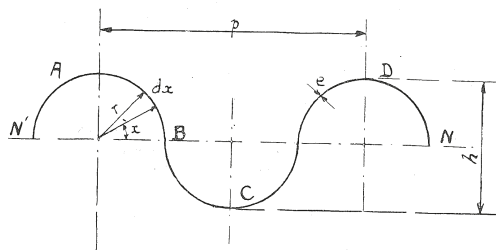


FIG. 5.

particulier. Nous supposons que celle-ci est formée par des demi-cercles se raccordant en sinusoïde.

L'axe neutre passant à mi-hauteur de l'onde par symétrie, e étant l'épaisseur de l'onde, nous avons pour le moment d'inertie de l'onde ABCD,

$$I = \int y^2 dl e,$$

dl étant la longueur d'arc pour un angle dx , donc ayant $dl = r dx$:

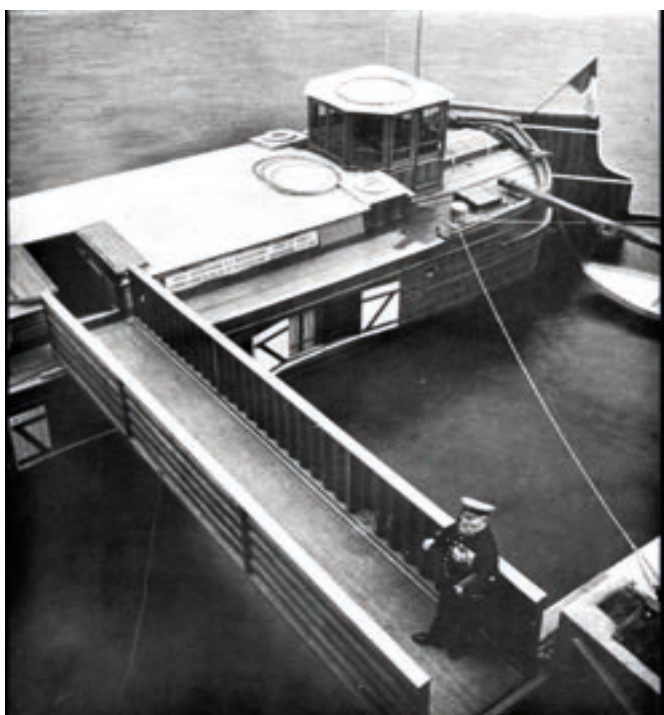
$$I = r^3 \int \sin^2 x \times dx e.$$

entre les limites 0 et $\frac{\pi}{2}$, nous avons :

$$\frac{I}{4} = r^3 e \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 x \times dx.$$



Une des maquettes du fonds Maurice Thomas rend compte de cette découverte qu'il éleva au rang de manifeste sculptural tant il attachait de soin à la réaliser. Elle fait partie des maquettes exposées.



- Tubes Isoflex. Illustration captée dans (Marc Mirram) Structures et formes, Étude appliquée à l'œuvre de Robert Le Ricolais, Édit. Dunod/Presses des Ponts et Chaussées, juin 1983.

- Passerelle Isoflex pour la péniche du sous secrétariat à l'agriculture - eaux et forêts - commissariat pêche et pisciculture.... Fonds Maurice Thomas.

Ces recherches sont à rapprocher d'observations de la nature, par exemple celle des coquilles Saint-Jacques perçues comme autant de vagues disposées en éventail et composant une voûte particulièrement résistante à l'écrasement.

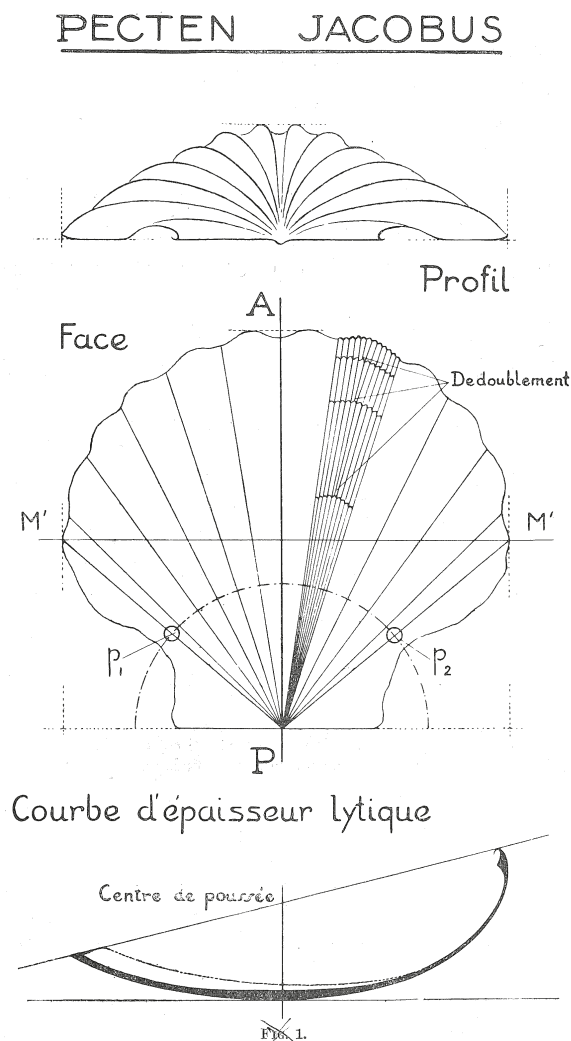


Illustration du système *Isoflex*. Extrait de la publication de 1931. Le terme « Lytique » est-il approprié ?

La double nappe des tôles ondulées peut s'apparenter à un système discontinu de nœuds et de barres réalisant ainsi une structure polyédrique composée de pyramides à base carrée ou de tétraèdres réguliers composés de 4 triangles équilatéraux. Ce « déplacement » du continu au discontinu ouvre la page au développement

Parmi de nombreux exemples d'économie maximum que la nature nous offre, tels que celui de la coquille d'œuf (courbe en chaînette), nous retiendrons donc que grâce à un système d'ondulations complexes

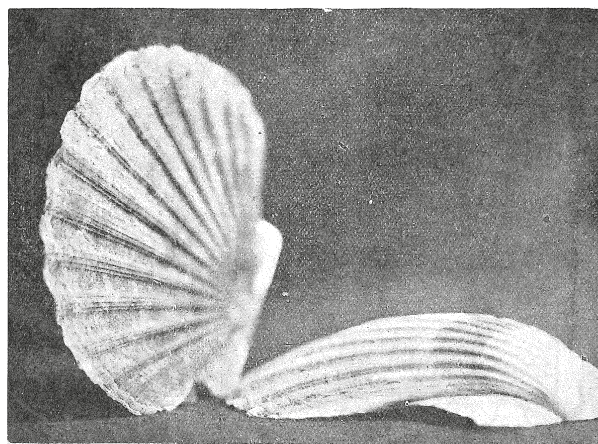


FIG. 2.

on peut réaliser un profilage statique, adapté à des conditions définies de résistance.

CHÂPITRE I

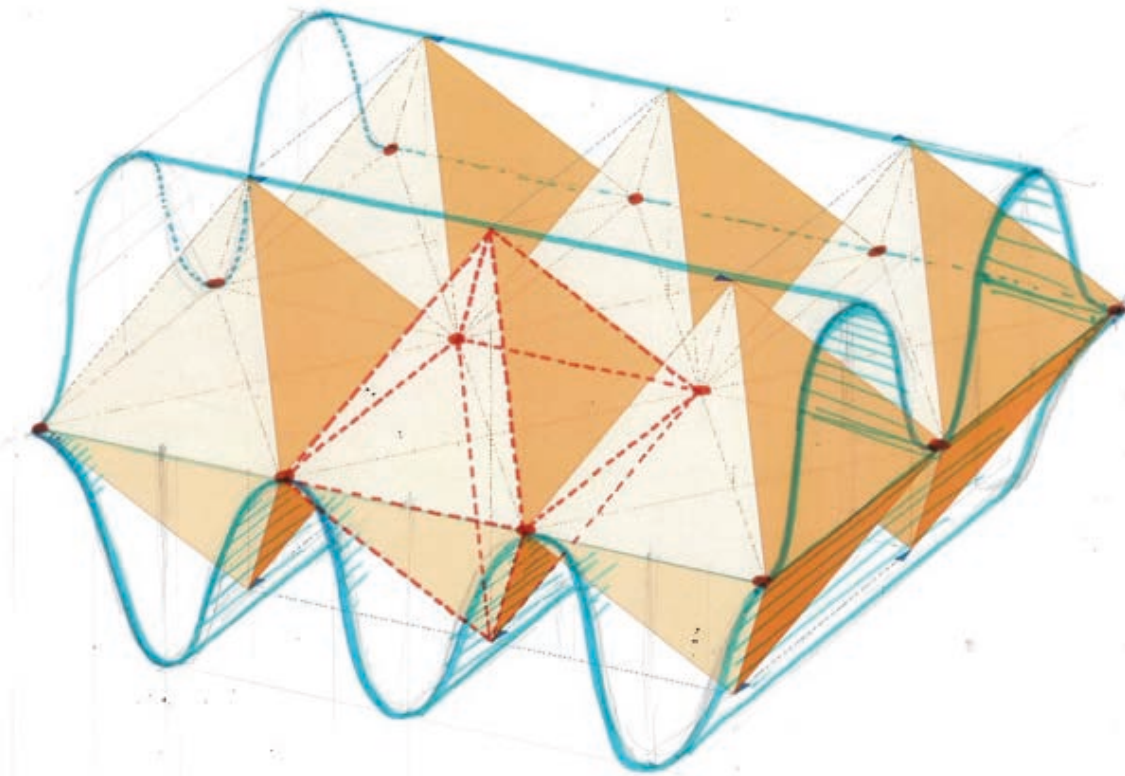
Les tôles composées.

On peut définir ce que nous appelons « tôles composées » comme des matériaux formés par l'assemblage soudé électriquement et par points, de tôles minces dont le profil est approprié aux fonctions constructives de ces matériaux.

Une aile d'avion par exemple ou un plancher de wagon répondent à des fonctions différentes, tant par leurs nécessités constructives que par les sollicitations que subissent ces éléments.

Les profils répondant à de diverses fonctions semblent donc être multiples. En réalité pour la plupart des applications, le mode de sollicitation des appuis intervient davantage, et suivant ceux-ci, deux familles de tôles composées sont à considérer (fig 3) :

des structures réticulées dont les quelques maquettes de barres de bois réunies aux nœuds par des agrafes métalliques, maquettes qui ont été conservées dans les fonds Maurice Thomas et de Beaubourg, donnent à voir et à comprendre l'inventivité et le soin.



Double nappe croisée orthogonalement Isoplex et son interprétation Aplex .© P. Céleste

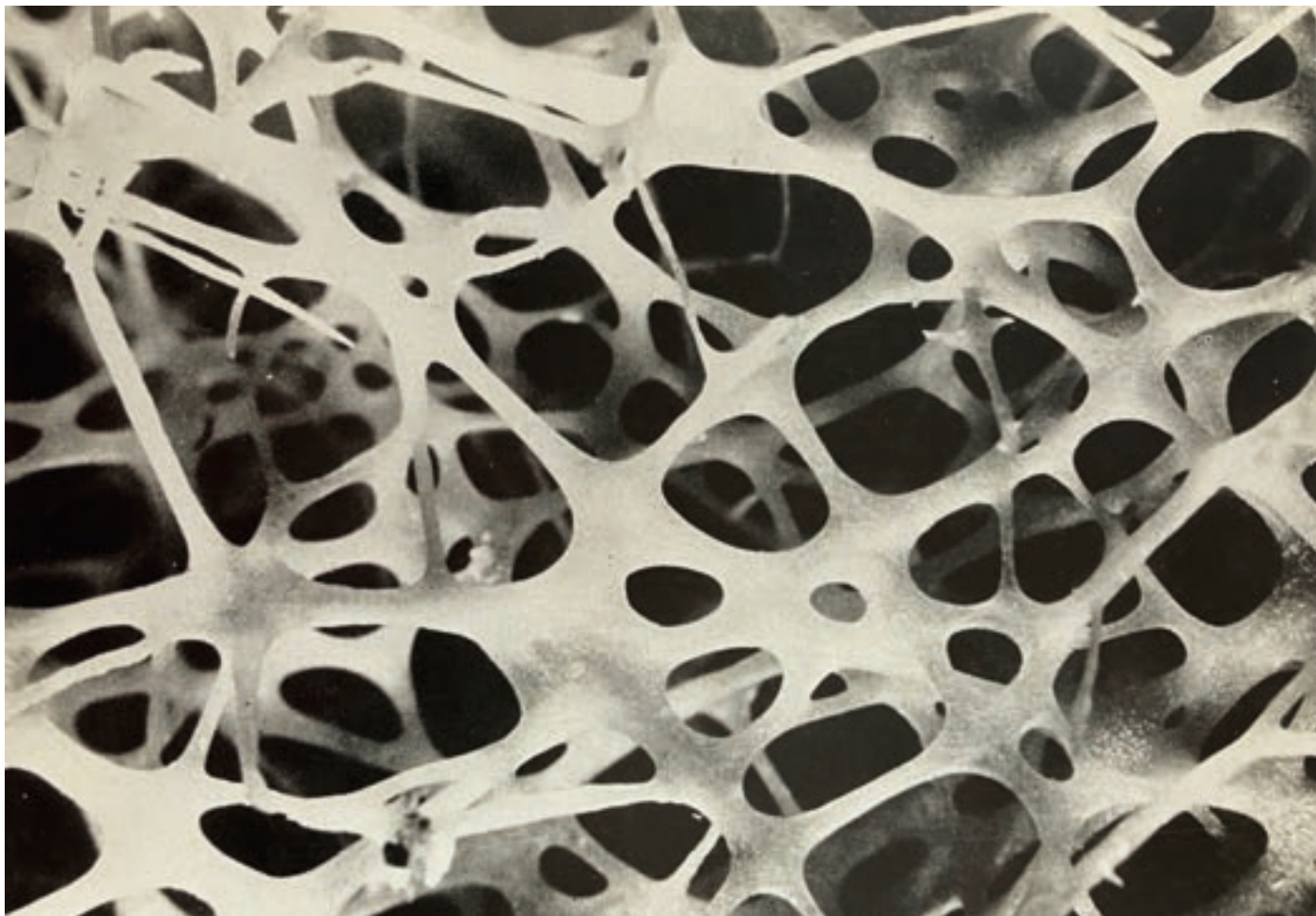
Peut-être faut-il se projeter dans l'époque et dans les conditions de leur conception. Ces maquettes (qu'il est possible de dater des années 30 à 40) sont de la main de RLR. Elles ont le charme indéniable des choses faites avec minutie au sein même, du moins en fait-on l'hypothèse, de la demeure de Robert et de Marguerite. Mais elles sont également inscrites dans un contexte artisanal et de moyens économiques et industriels limités qui ne fera que se confirmer avec les années de guerre et la Reconstruction. L'objectif est clairement énoncé : réaliser avec le minimum de matière, en limitant le nombre d'éléments et selon des assemblages simples et répétés, des structures extrêmement performantes, de peu de poids, transportables, aisément et rapidement montables, et par voie de conséquence, tout aussi aisées à « déconstruire » et à réemployer. En somme, un programme plus que jamais d'actualité.



Maquettes Aplex Fonds Maurice Thomas

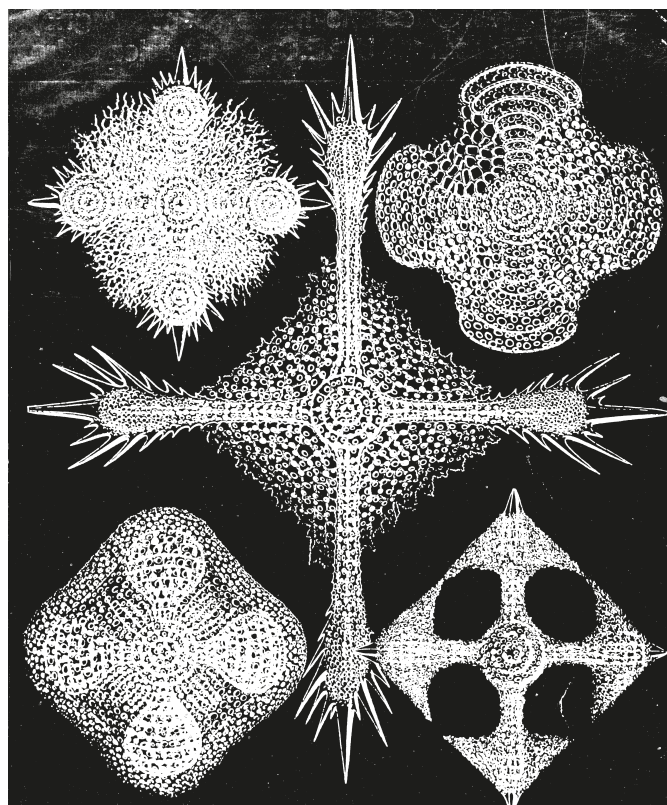
Le rapprochement de ses recherches avec les structures issues de la nature a été fait par RLR quand il porta son attention non plus sur des nappes de matière continue mais sur des structures dont le volume contient plus de vides que

de matières. Ainsi en est-il des os portant plus de poids qu'ils ne pèsent, des tiges de blé résistant au vent et portant un épi qui devrait les faire fléchir et qui pourtant se tiennent droites en dépit de leur minceur et de leur élancement.



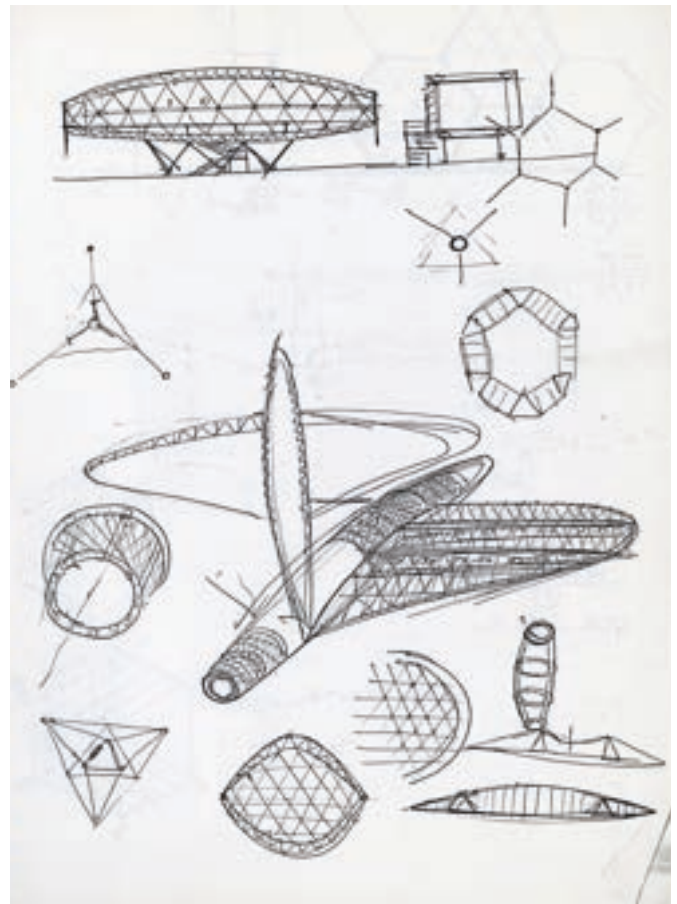
Vue de la structure d'un tibia. Fonds photographique Maurice Thomas.

David Georges Emmerich dans *Le Carré Bleu* souligne l'osmose entre le fait d'observer et celui de projeter : *Ses connaissances scientifiques, particulièrement de chimie, de cristallographie et de zoologie, lui inspirent par analogie des solutions originales dans ce domaine. Les coquillages, les radiolaires, les cristaux sont autant d'exemples de voiles, de réseaux et d'ossatures qu'il essaye de traduire dans des projets ...*



Radiolaires -Ernst Haeckel

Les radiolaires sont des protozoaires marins microscopiques qui ne possèdent qu'une seule cellule. Leur squelette siliceux est fait de très fines épines, les spicules, qui peuvent être isolées ou jointives. Dans ce dernier cas, ils forment une coque sphérique remarquablement ouvragée et hérissée de piquants (Wikipedia). RLR possédait plusieurs représentations des planches réalisées par Ernst Haeckel (1834-1919), médecin dans la lignée du darwinisme et adepte des théories évolutionnistes. Certains de ses ouvrages, tels que *Kunstformen der Natur* (*Formes artistiques de la nature*, 1904), sont ornés de magnifiques illustrations dont celles des radiolaires qui ne cessent de subjuguer tant par la diversité et l'audace des formes que par l'expressivité graphique que ce savant sut leur restituer. Leur résistance à l'écrasement et leur légèreté conduisent RLR, au-delà de leur incontestable beauté, au paradoxe que nous avons déjà souligné : la résistance de la matière tient moins à elle-même qu'aux écarts qui la séparent. Au fur et à mesure de ces observations, recherches et modélisations, RLR en conclut que la nature a choisi son clan géométrique, se développant selon les directions d'un tétraèdre régulier en privilégiant les angles à 60 et 120 degrés plutôt que ceux de l'orthogonalité. De ce constat naturaliste de la prévalence des triangles équilatéraux et de l'hexagone, tout un domaine était à investir plus dynamique et plus performant que celui des constructions soumises aux seuls deux plans d'équilibre, le plan horizontal et le plan vertical.

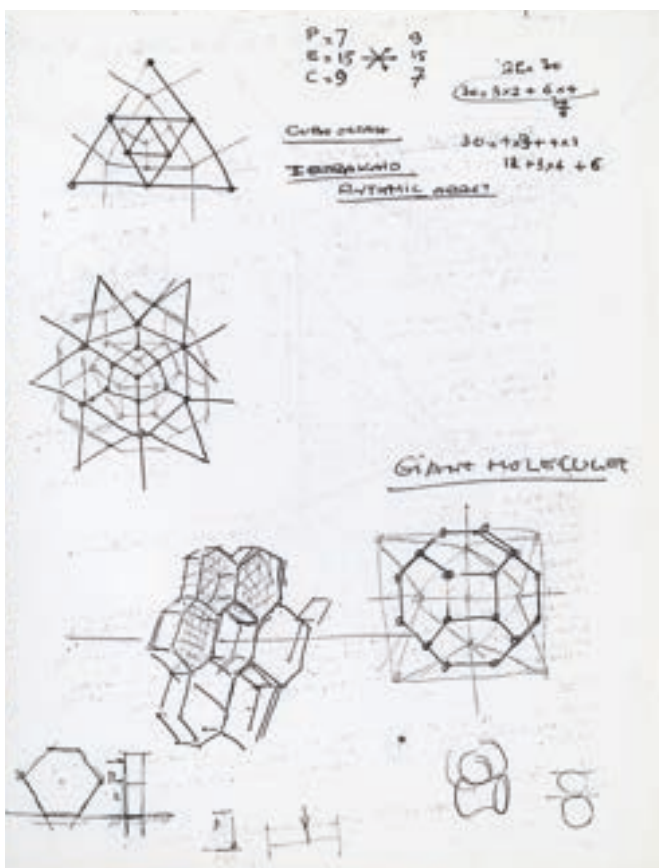
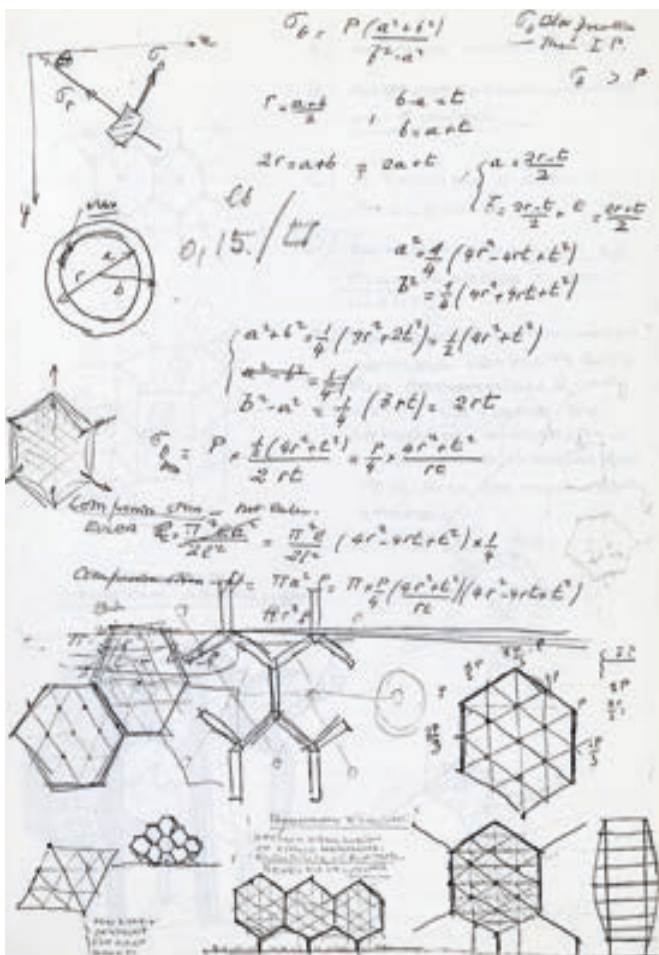


À titre d'exemple très simple à comprendre : comparez la surface d'un carré avec la surface d'un hexagone régulier au périmètre égal à la somme des côtés du carré : la surface de l'hexagone est supérieure.

C'est de ce simple constat que beaucoup plus tard, à Philadelphie, réfléchissant comment améliorer la fluidité de la circulation en ville (au sol comme en aérien) il opta pour une maille hexagonale desservant une surface plus importante pour un linéaire de voies équivalant à une maille de tracé hyppodamien orthogonal (Hyppodamus de Millet, 498-408 av. J.-C.). Cet engouement pour les vertus de l'hexagone se retrouve dans des notes d'études pour les structures sous-tendues.

- En 1931 paraît la quatrième édition, mise à jour et augmentée, d'un ouvrage intitulé *Toute*

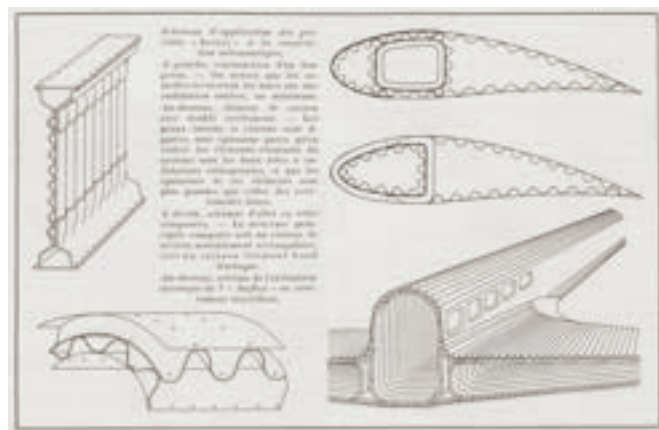
$\textcircled{1} - P \}$
 $\textcircled{2} \{ 4a + 6a + 6a + 6a$
 $V_0 = \frac{1}{2} \times 5 = 2,5$
 $V_1 = \frac{1}{3} \times 7 = 3,5$
 $\Sigma P = 2V_0 + 6V_1 = 19 P$
 $\frac{19 P}{19 P} = 100\%$
 $\Sigma P = 19 P$
 $= 2V_1 + 6V_2$
 $V_2 / V_1 =$
 $V_2 = \frac{P}{2}$
 $V_2 = 3,5 P$
 $V_2 = V_1 + V_1 = 4 P$
 $V_2 = 27,5 P$
 $2V_2 = 55 P$
 $6V_2 = 210 P$
 $6V_2 + 2V_1 = 19 P$
 $V_1 = 2 P$
 $\left\{ \begin{array}{l} 6V_2 = 12 P = 24 P \\ 2V_1 = 4 P \end{array} \right\} 16 P + 5 P = 19 P$
 $V_1 = 2 P \times 2 = 4 P$
 $V_2 = 1,5 P \times 2 = 3 P$
 $V_1 = 2 P \times 2 = 4 P$
 $V_2 = 1,5 P \times 2 = 3 P$
 $V_1 = 2,5 \times 2 = 5 P$
 $\frac{3}{2}, \frac{4}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \frac{7}{2}, \frac{3}{2}, \frac{4}{2}, \frac{3}{2}$
 $3+4+5+7 = 19$
 Pour la table de 2 carrés

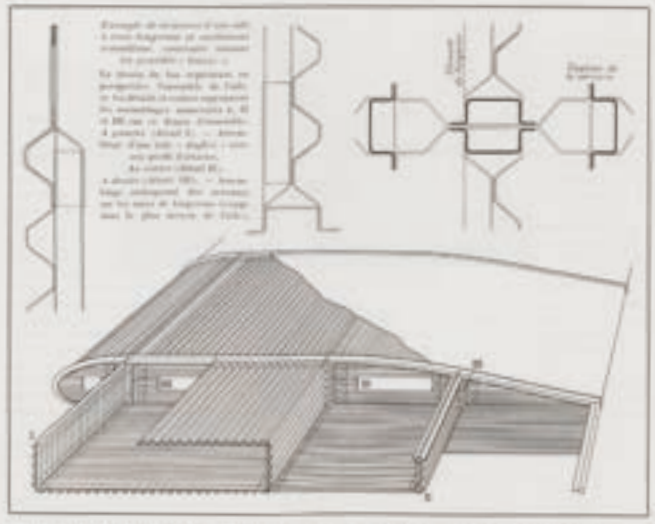


Sur la page précédente et ci-dessus : Notes inédites de RLR, fonds de la Cité de l'Architecture versé par l'université de Pennsylvanie en 1980 à l'initiative du successeur de RLR, prof. Peter McCleary.

l'aviation. Pour s'instruire. Pour comprendre. Pour naviguer. Ouvrage honoré des souscriptions du ministère de l'Air, des ministères de la Guerre et de l'Instruction publique, du conseil général de la Seine et de la Ville de Paris. L'auteur Edmond Blanc (1889-1955) fut général, ingénieur des Arts et Manufactures et ingénieur civil de l'aéronautique. Dans cet ouvrage il est clairement fait référence au procédé *Isoflex* pour la réalisation d'un avion que l'auteur nomme *Homard*. Le mot peut étonner, il fait directement allusion à la carapace des crustacés qui, à la différence des mammifères ont un exosquelette. On peut supposer que la rigidité d'un tube de double nappe de sens contrariés a éveillé l'intérêt du secteur de l'aviation, et qu'au lieu de réaliser le fuselage à l'aide d'arceaux et de membrures revêtus de tôles rivetées ou soudées, le squelette de l'avion et sa peau ne fassent qu'un. Si en 1931 il est fait référence au système *Isoflex* alors que la publication dans le bulletin des ingénieurs civils est plus tardive, il faut en déduire que les recherches de RLR sont antérieures à 1931 et qu'avant de partir pour Nantes, à Paris il avait tissé des liens auprès d'industriels, d'ingénieurs. RLR peut aussi être considéré comme un « lanceur d'idées ». Peut-être se rapprocha-t-il du ministère des Armées (ses citations et médailles militaires de la Grande Guerre pouvant aider à en ouvrir les portes).

- En 1936, RLR fait paraître dans la revue *l'Aéronautique*, N° 201 en février, un article intitulé *Les tôles composées et leurs applications à la construction aéronautique*. Nous en avons extrait les deux dessins suivants montrant la structure du fuselage et des ailes parfaitement réunis ainsi que la finition par des tôles à l'intérieur comme à l'extérieur :





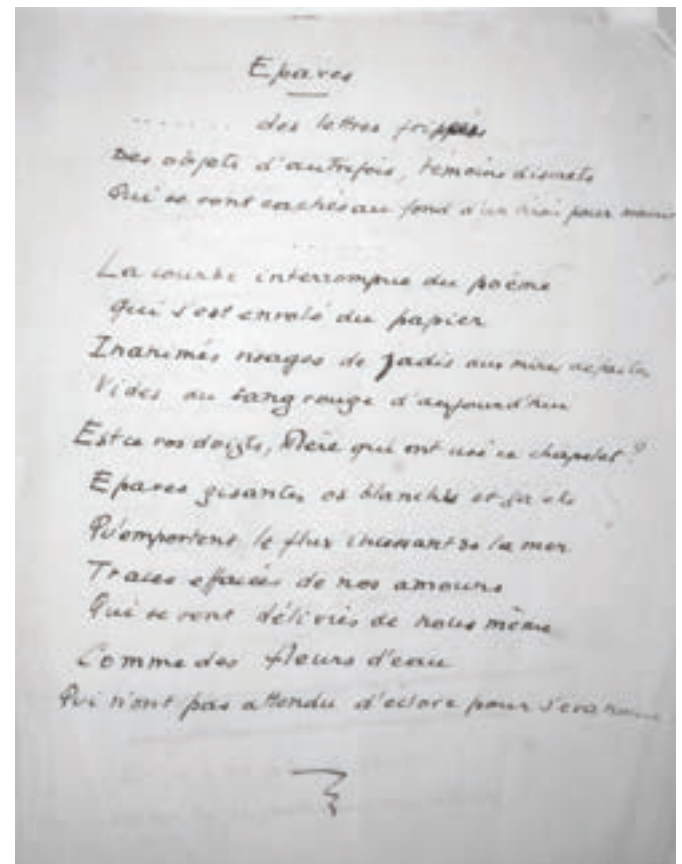
François-Xavier Farine, 25/01/2012 dans Poezbine : Poésie contemporaine et poètes d'aujourd'hui.

Ce courant, s'il s'est tout d'abord fondé en réaction avec la « poésie nationale » prônée par le Gouvernement de Vichy, après la guerre, ce mouvement entendit se démarquer des excès de la poésie engagée dans la lignée de la Résistance que Louis Aragon encourageait de toute son influence. Le mouvement, né hors des cercles parisiens, faillit disparaître, du moins s'essouffler à la fin de la guerre, pour reprendre de la vigueur à la mort prématurée de René Guy Cadou. Il s'épanouit alors à Paris, les poètes se réunissant chaque semaine à la Coupole. Pour de plus amples données, on se reportera à Cinquantenaire de l'École poétique de Rochefort (1941-1991) - Rochefort et ses marges, actes du colloque d'Agen présentés par Alain Germain, avril 1991, (Rencontres Poésie 91, 1993).

- **1937**, paraît dans le n° 846 de la revue Les Ailes, un bref article sur le système Isoflex, soit réalisé en tôles ondulées soit à partir de feuilles de bois également ondulées. Il ne s'agit que de quelques alinéas dans un encart quelque peu perdu dans une page comportant des articles auxquels il est donné plus d'importance, par exemple, la création d'un nouvel avion.

- En **1940**, il publie un article intitulé : Systèmes réticulés à trois dimensions dans les Annales des Ponts et Chaussées (n° 7-8 1940). Il obtient la même année la médaille de la Société des ingénieurs civils de France pour ses recherches dans le domaine des structures légères. Ses activités à L'Air-Liquide lui laissent donc du temps d'autant plus qu'il peint aussi beaucoup durant ces décennies et fréquenta assidument les cercles artistiques et intellectuels de Nantes, en particulier les poètes membres de l'École de Rochefort.

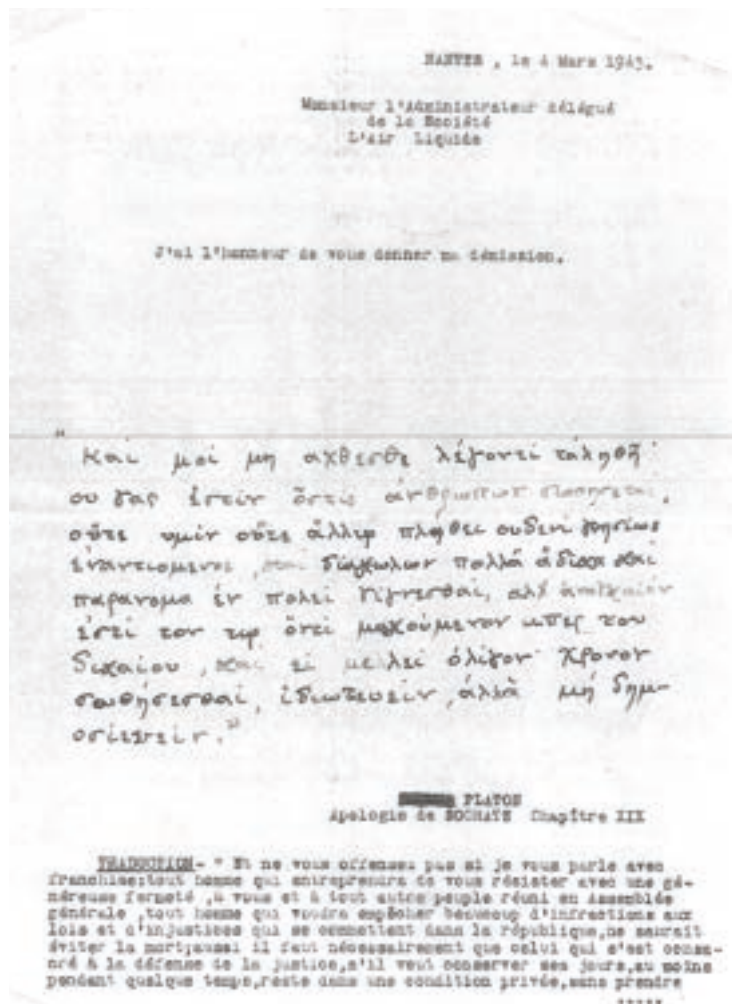
- En **1942**, RLR publie À Toute Vapeur un recueil de poèmes, 8 pages chez René Debresse, éditeur à Paris. L'École de Rochefort venait juste de se créer sous l'impulsion de René Guy Cadou (1920-1951), lui-même proche de Max Jacob (1874, Quimper – 1943, Drancy) le « créateur » de la poésie en prose. Celle-ci est promue dans son Art poétique sous forme d'un ensemble d'aphorismes publié en 1922. L'École de Rochefort » ne fut pas à proprement parler un énième courant poétique de l'histoire de la poésie française du XXe siècle. Ce fut davantage un rassemblement de poètes-amis qui partagèrent une même sensibilité poétique, (...) les œuvres de chacun gardaient leur singularité propre.



Manuscrit du poème Épave. Fonds Maurice Thomas.

- En **1943**, il brevète Aplex, système de structures tridimensionnelles formées d'éléments standardisés en bois pour couvrir de grandes surfaces sans point d'appui intermédiaire (hangars, halls, marchés couverts ...) et dont l'économie de matière alliée à la légèreté, résistance et rapidité de montage. Nous avons montré plus avant

comment peut s'être établi le passage d'Isosflex à Aplex. Il démissionne le 4 mars de la même année de L'Air-Liquide (il a alors 49 ans) en adressant à sa direction une lettre en grec en reprenant les termes que Platon rapporte dans Apologie de Socrate de la réponse de l'accusé à ses accusateurs athéniens, 399 avant notre ère.



Lettre originale.
Fonds Maurice Thomas.

Il s'installe alors comme ingénieur-conseil. Ce n'est pas à proprement parler une rupture, les brevets qu'il avait déjà déposés ayant comme préparé cette décision. Ingénieur-conseil, il le restera jusqu'à son départ pour les États Unis d'Amérique en 1951. La même année, il vient habiter à Orvault près de Nantes où son épouse Marguerite continua de résider jusqu'à la disparition de celle-ci en 1981. Le couple y est en relation avec la famille de René Leparoux, elle-même dépositaire de carnets et de lettres de RLR de 1914 à 1957.

Si on estime le volume que devait occuper la totalité des maquettes (certaines ont près de 2,00 m d'envergure), une maison est vite saturée. Ajoutez son œuvre peint et celle de Marguerite, (même si l'un comme l'autre ne dépassait guère le format raisin), est-il possible de se faire une idée des conditions réelles d'une création au sein

d'un espace domestique ? Nantes subit d'importants bombardements les 16 et 23 septembre 1943 et qui se répétèrent par vingt-cinq fois jusqu'en 1944. La lettre de démission de RLR leur est antérieure de quelques mois. Voici ce que RLR rapporte quelques années plus tard se souvenant des conditions de son activité à L'Air Liquide. L'implication collaborationniste de son fondateur et par la même de sa société dût peser dans sa décision de démissionner ; son ennui pour beaucoup mais aussi parce que ses engagements dans la recherche et dépôt de brevets devaient accaparer son esprit, la peinture également. Là encore, il y a domaine à approfondir ces hâtives hypothèses des raisons d'une décision fondatrice d'une vie nouvelle pour laquelle RLR n'a guère laissé d'explications si ce ne sont celles bien postérieures.

Si en 1935, à l'époque où j'imaginai ces « machins » en tôle ondulée, j'avais réussi, ma destinée aurait été sinistre. J'aurais passé ma vie à dessiner des assemblages, à être assailli par des problèmes de contrats, d'entrepreneurs, de clients, d'impôts, etc. Une vie atroce qui m'aurait amusé pendant six mois puis aurait vite tourné à la catastrophe. N'ayant pas réussi, il m'a fallu tenter autre chose. Après treize ans passés à Nantes, treize ans de malheur, notamment pendant l'occupation où je travaillais à la Société L'air Liquide à partir de laquelle mes infortunes ont commencé, je suis revenu ici, (il vivait alors à Orvault) où j'ai réalisé « des petits trucs », des maquettes. Puis ce fut l'exil en Amérique, à un âge un peu tardif. Mais alors quelle bouffée d'air frais ! Non pas tant que je sois un admirateur, un adorateur de l'Amérique, il s'en faut, mais je découvrais soudain un paysage nouveau et, il faut bien le dire, une indépendance matérielle assez totale. Tandis qu'auparavant, il fallait choisir entre un ticket de métro et un paquet de cigarettes ! Propos parus dans Le Carré Bleu et repris dans l'article « en ligne » de Gilles-Antoine Langlois sur la halle Aplex, ultime de Robert Le Ricolais.

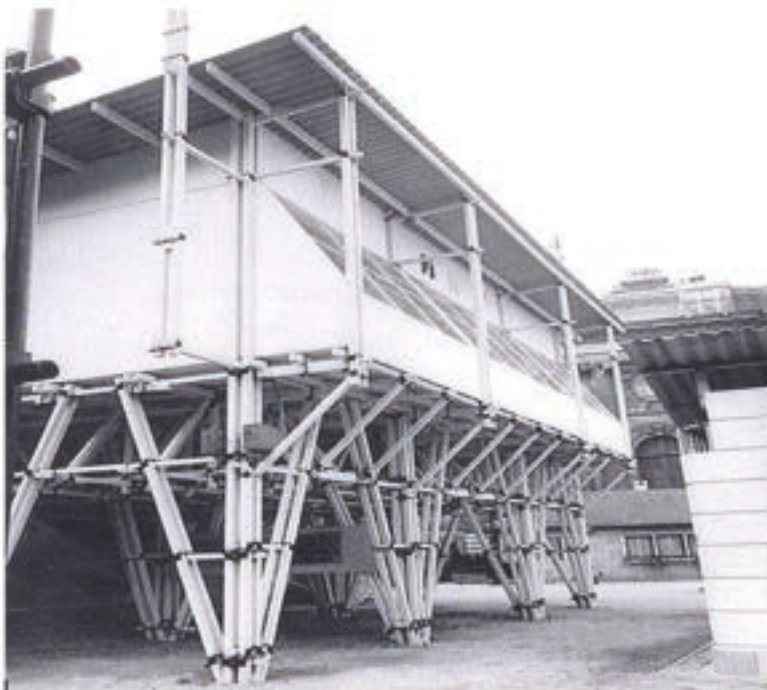
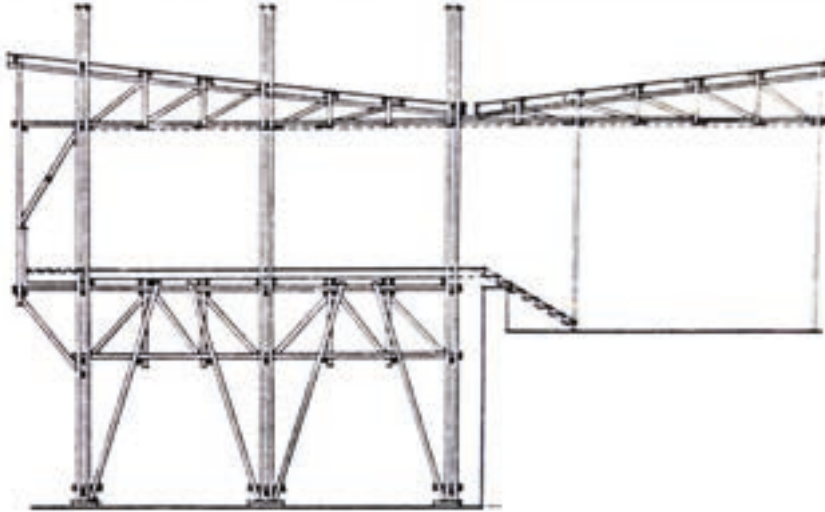
- **1944**, octobre - Création du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, couramment appelé MRU, par le Gouvernement provisoire de la République Française du général de Gaulle. Il s'agit du regroupement des services de la Délégation générale à l'équipement national (DGEN- loi du 23 février 1941) et de ceux du Commissariat technique à la reconstruction immobilière (CTRI, créé en 1942) sous Vichy.

- **1945**, 20 juillet - Admis à l'unanimité au sein de l'Union des artistes modernes, fondé en France en 1929 par Jean Prouvé, Charlotte Perriand, Le Corbusier, Pierre Jeanneret et Robert Mallet-Stevens.

Xavier Dousson, après sa thèse d'histoire de l'architecture sur Jean Bossu (1912-1983) soutenue en 2010, a publié l'article dont nous avons tout au début de ce texte souligné à quel point il éclaire les aléas de son activité d'ingénieur-conseil. Reprenons tel quel le résumé qu'en donne l'auteur : *Le 7 juin 1940, le village du Bosquel est presque entièrement détruit par l'avancée de l'armée allemande. La tabula rasa provoquée par la guerre va permettre à son urbaniste, Paul Dufournet (AA, 1905 - 1994), et ses architectes d'opération (pour beaucoup passés par l'atelier de Le Corbusier)*

de redéfinir complètement la structuration du village, en particulier la disposition de ses fonctions principales, son inscription dans l'espace rural ainsi que la nature et la forme de ses maisons et de ses fermes. Sur ce dernier point, la ferme Quesnel, la première réalisée, modèle ensuite de l'ensemble de la reconstruction du Bosquel, en rupture totale avec les anciennes fermes picardes, apparaît comme la figure la plus singulière de cette reconstruction.

Mais il ne s'agit pas uniquement d'une proposition portant sur les bâtiments agricoles, mais d'une rationalisation du parcellaire et d'une redistribution des propriétés afin de les réunir en un seul ensemble. Si rien ne se passe pendant l'Occupation sinon le projet, dès 1945 il s'est agi de passer à la réalisation. Demeurent comme principal architecte d'opération Jean Bossu (AA, 1912 - 1983) et comme ingénieur RLR dont le passage du projet à sa réalisation fait toutefois débat. Disons que RLR définit un système spectaculaire de couverture des bâtiments d'exploitation et des hangars en utilisant son système de charpente tridimensionnelle *Aplex*. Sauf que cette conception fut finalement refusée par le commissaire à la Reconstruction sous prétexte qu'on ne pouvait la calculer. En réponse à ce refus, RLR publie Structures comparées en deux et trois dimensions, prouvant qu'elles sont parfaitement calculables, *Techniques et Architecture*, n°9-10, 1946, p. 418. Demeure que la réalisation de la ferme semble bien la réplique des différents prototypes *Aplex* de RLR, tant celui de la première exposition du MRU aux Invalides que celui de Nantes

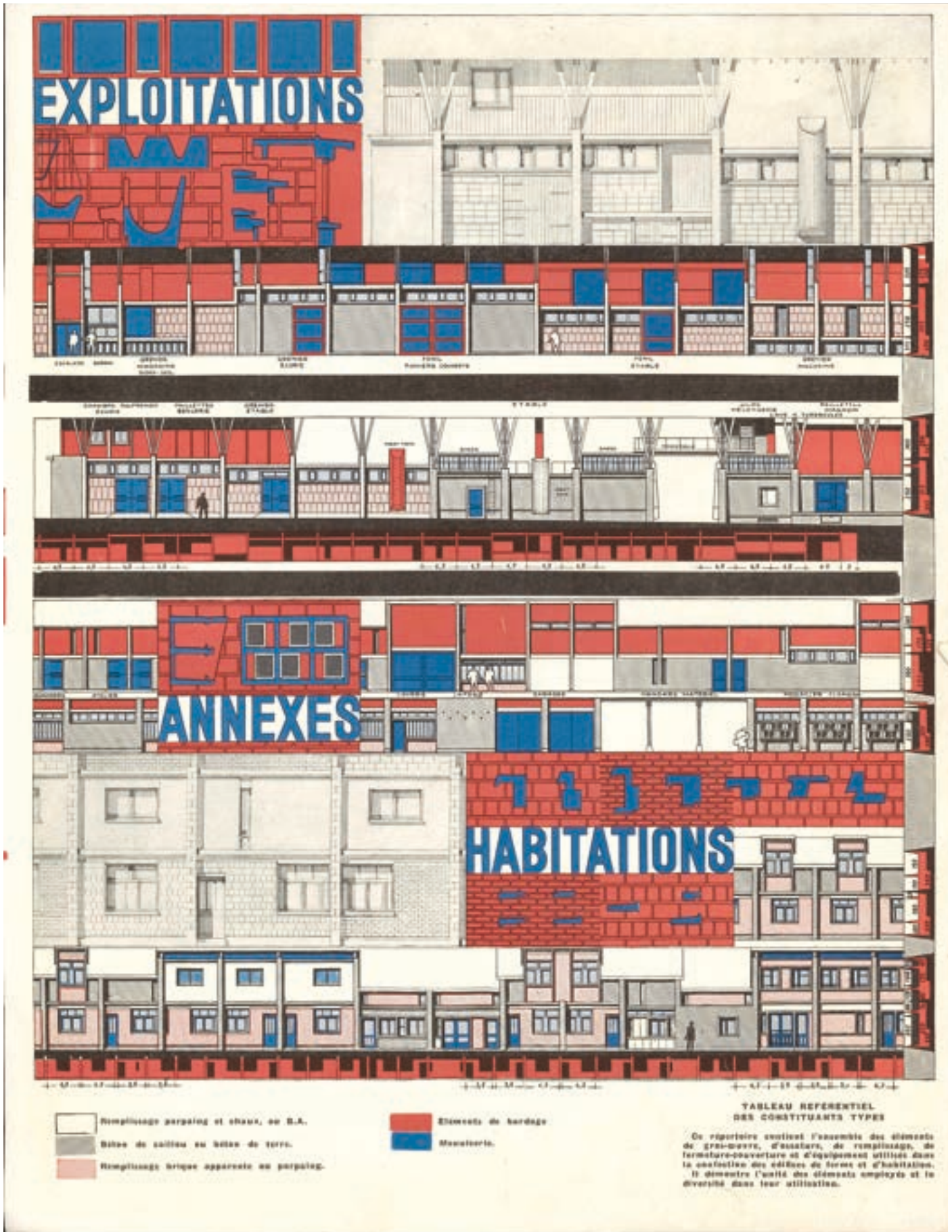


Pavillon démontable de la 1^{ère} exposition de la Reconstruction, Paris, 1945. Extrait de l'article G.A. Langlois. Les attaches se font par des « sabots » serrant les pièces de bois à leur extrémité que traverse une tige boulonnée.

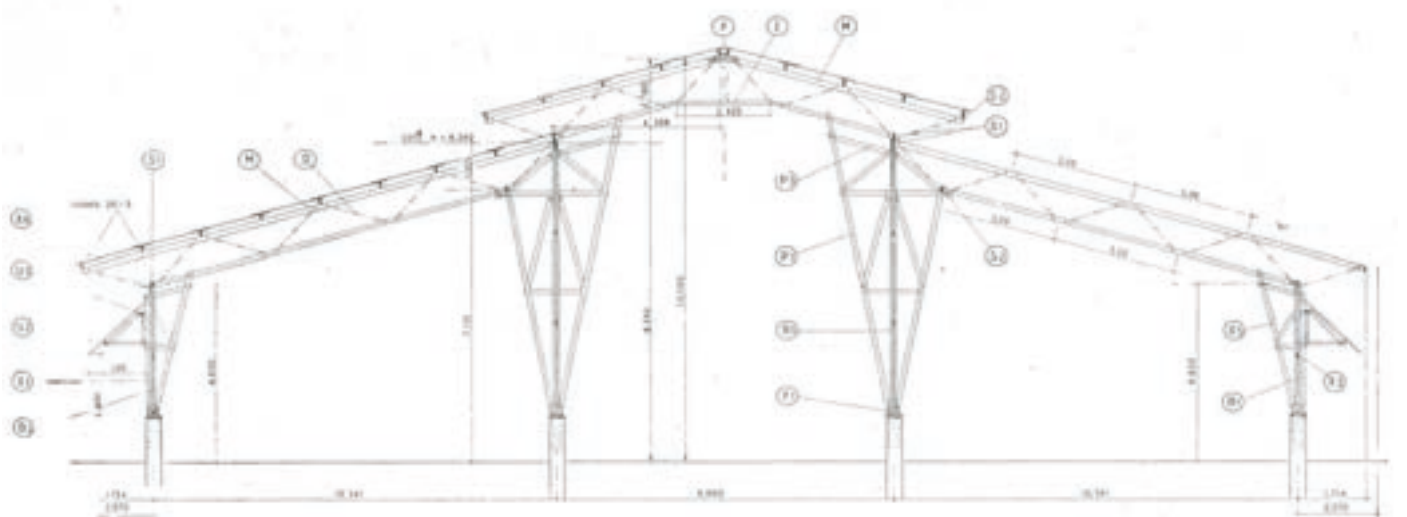
Outre l'étude très documentée de Xavier Dousson, est paru dans *Architecture d'Aujourd'hui*, n° 22 de mars 1949 un article portant également sur la ferme du Bosquel dont un tiré-à-part du fonds Jean-Michel Bossu (A.A.) est dans une des vitrines de la présente exposition.

- **1947-1949** - Le Commissaire français de la colonie du Cameroun commande à l'ingénieur les plans pour la réalisation de deux vastes « garages administratifs » selon le procédé *Aplex*, destinés à entretenir et abriter les véhicules dont

l'État est propriétaire. Il n'en subsiste plus qu'un seul, en bon état d'ailleurs. RLR s'applique au cours de ces années à convaincre de l'intérêt de son modèle de charpente. Il expose à Nantes un prototype à échelle 1 de la structure *Aplex* de 125 m² réalisée en une journée (*Architecture d'Aujourd'hui*, n°7-8, 1947, p. 406). Il renouvelle l'expérience deux ans plus tard avec un prototype de 100 m² pour l'Exposition des Provinces et de l'Union Françaises (9-18 avril, Paris).



Tiré-à-part de la ferme du Bosquel. Fonds Jean-Michel Bossu.



Différentes vues du garage du Yaoundé, extraites de l'article de G.A. Langlois. Photographies couleurs de G.A. Langlois. Les attaches en formes d'agrafes sont similaires à celles des maquettes, un simple V percé pour boulonnage.

1951 – Compte tenu de nombreuses déconvenues, RLR part aux États-Unis, invité à enseigner à Urbana, université d'Illinois. Il a alors 57 ans. Il part en dépit de quelques réalisations dont

Gilles-Antoine Langlois a établi la liste comptant une vingtaine de projets réalisés, éphémères ou dessinés pour lesquels la contribution de RLR est avérée ou pour le moins plausible.

Pointons la liste des hypothèses de réalisation. Avec l'architecte Pierre Forestier, une petite maison à osature « hexacore » en Seine-et-Marne à Buthiers en 1954, une autre en Espagne à Cadaquès, et l'osature métallique d'un bâtiment à Salagnac en Dordogne (cité sanitaire de Clairville) en 1957. Avec le décorateur Pierre Faucheux, le pavillon éphémère du MRU à la 7e exposition de l'Habitation à Paris en 1948 et quelques autres pavillons éphémères dont il sera question. Pour la SNCF, un hangar et une colonie de vacances à Villeneuve-Saint-Georges et peut-être une école à Tergnier (Jean Bossu, architecte) dans l'Aisne ; nous n'avons toutefois pas trouvé trace de ces travaux. À Nantes en 1947, puis pour des entreprises privées ou publiques (Éditions Delagrave, Filatures Napoléon Koechlin, Gouvernement de la Sarre, village expérimental du Bosquel pour le MRU), l'ingénieur dessine, expérimente ou construit des prototypes de hangars industriels ou agricoles en 1947- 1949. Il a donné des dessins pour la reconstruction de Creil-Compiègne en 1949 et peut-être, l'épure de la charpente de l'église de Saint-Wandrille (Roger Bonnet architecte, 1957) à Belleville-en-Caux, en Seine-Maritime ; certainement cette fois, pour le ministère des Colonies, les plans d'une station météorologique au Portaux-Français (Kerguélen, 1950), bâtiments à usage scientifique dont il reste une tourelle d'observation transformée en bibliothèque.

Liste établie par Gilles-Antoine Langlois

- **1953** – RLR Rejoint l'université de Pennsylvanie à Philadelphie comme professeur d'architecture. Il le demeurera jusqu'en 1974 – Il se lie d'amitié avec Louis Kahn qui y fut élève dès 1920 et fut nommé à l'université de Pennsylvanie en 1957. Il y crée un laboratoire de structures spatiales lui offrant l'occasion et les moyens de développer ses recherches, laissant un nombre

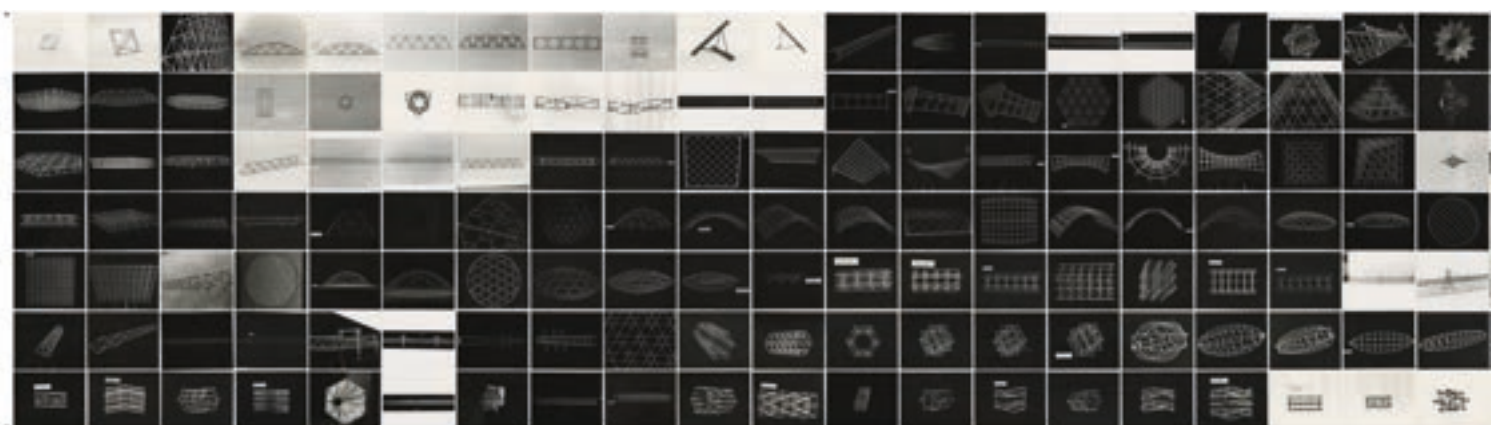
incalculable de notes et de très nombreuses maquettes dont le vaste panorama exposé à l'Académie d'Architecture tient à rendre compte de la diversité de ses recherches et des domaines d'application potentielle.

Que nous dit Louis Kahn de son collègue et ami ? :

J'ai la conviction que la position de Le Ricolais est unique pour l'expression de la simplicité structurale, les formes qu'il étudie sont nouvelles et rationnelles, elles dégagent à la fois étonnement et certitude, elles font naître le désir de les voir embellir nos cités. Le Ricolais procède actuellement à l'élaboration d'enveloppes cristallisant les avantages des systèmes tendus ces formes inspirée par son intuition, impliquent d'énormes portées et revêtent



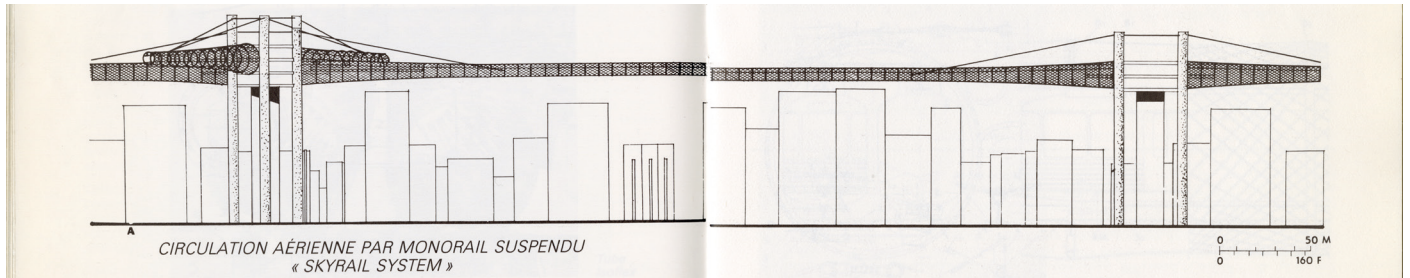
Fonds Maurice Thomas.



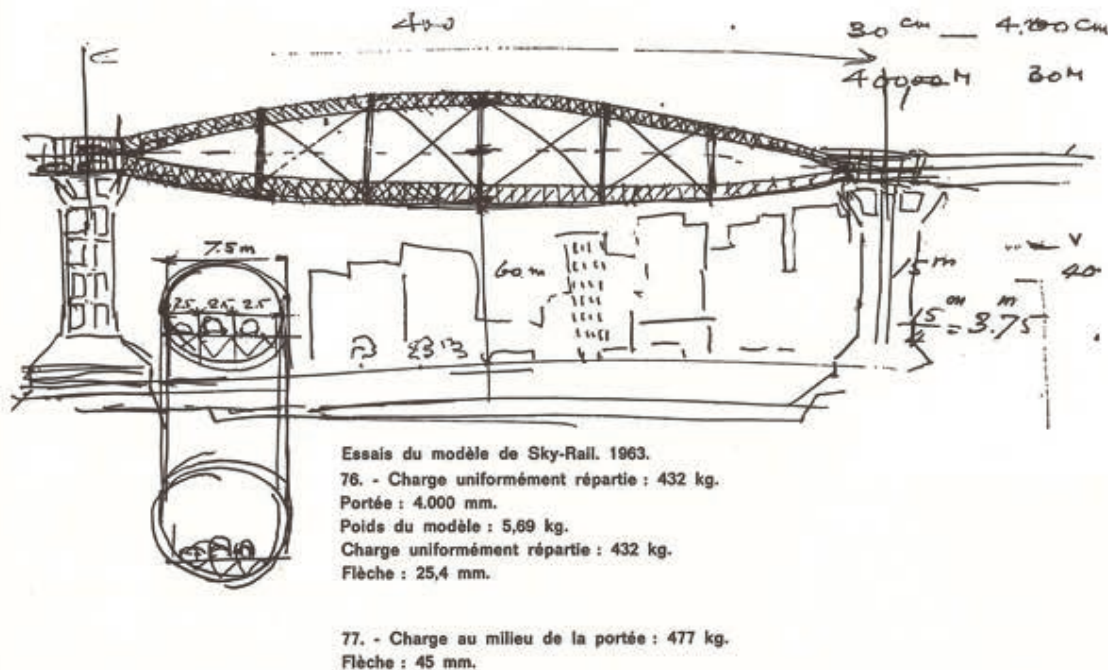
Grand panorama de plus de 10,00 m de long sur 1,50 m de hauteur présenté dans l'antichambre de l'Académie d'Architecture.

la beauté que donnent le respect des lois physiques. De ces études expérimentales résulteront des viaducs ou des ponts tubulaires capables de contenir le trafic nécessaire à nos cités. Leur apparence est semblable à des toiles d'araignées ou à des sortes d'écharpes transparentes, quasi immatérielles, prenant des appuis longuement espacés sur le tracé archaïque de nos voies urbaines. De tels système donneraient à mes transports urbains des bottes de sept lieues, tout en évitant les destructions

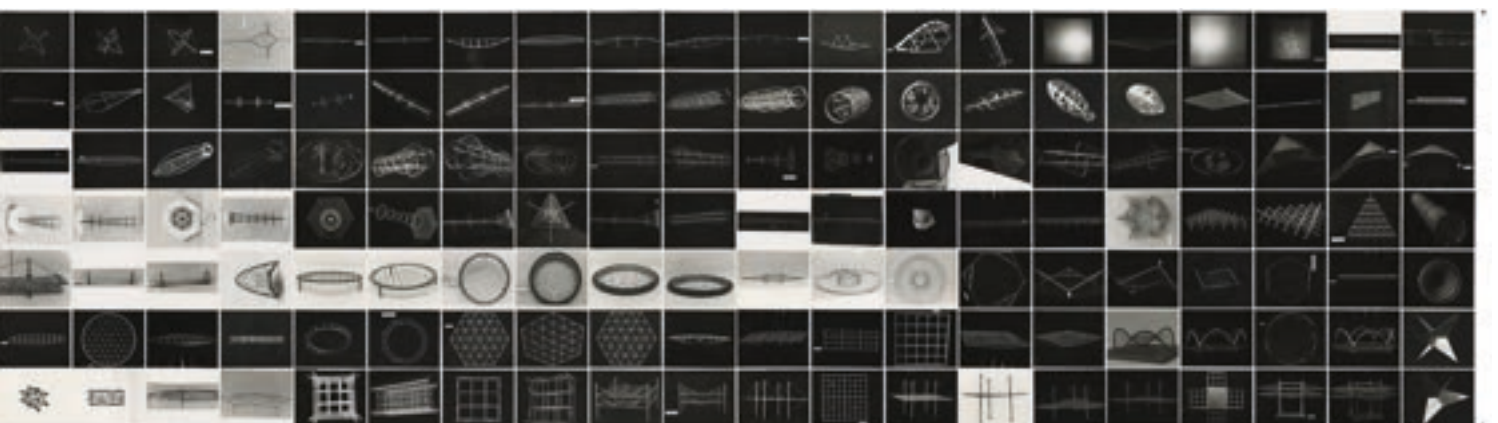
inévitables provoquées par l'élargissement des voies de surface. Les urbanistes ont un pressant besoin de telles conceptions pour élaborer des plans compréhensifs, orientés vers un ordre mouvement impliqué par les nécessités de la vie fonctionnelle de la Cité. Les plans directeurs actuels sont peu satisfaisants, inadaptés, le plus souvent arbitraires ou circonstanciels, par suite incapables de donner l'expression convenant au pouvoir créateur de Robert Le Ricolais, l'homme d'aujourd'hui.



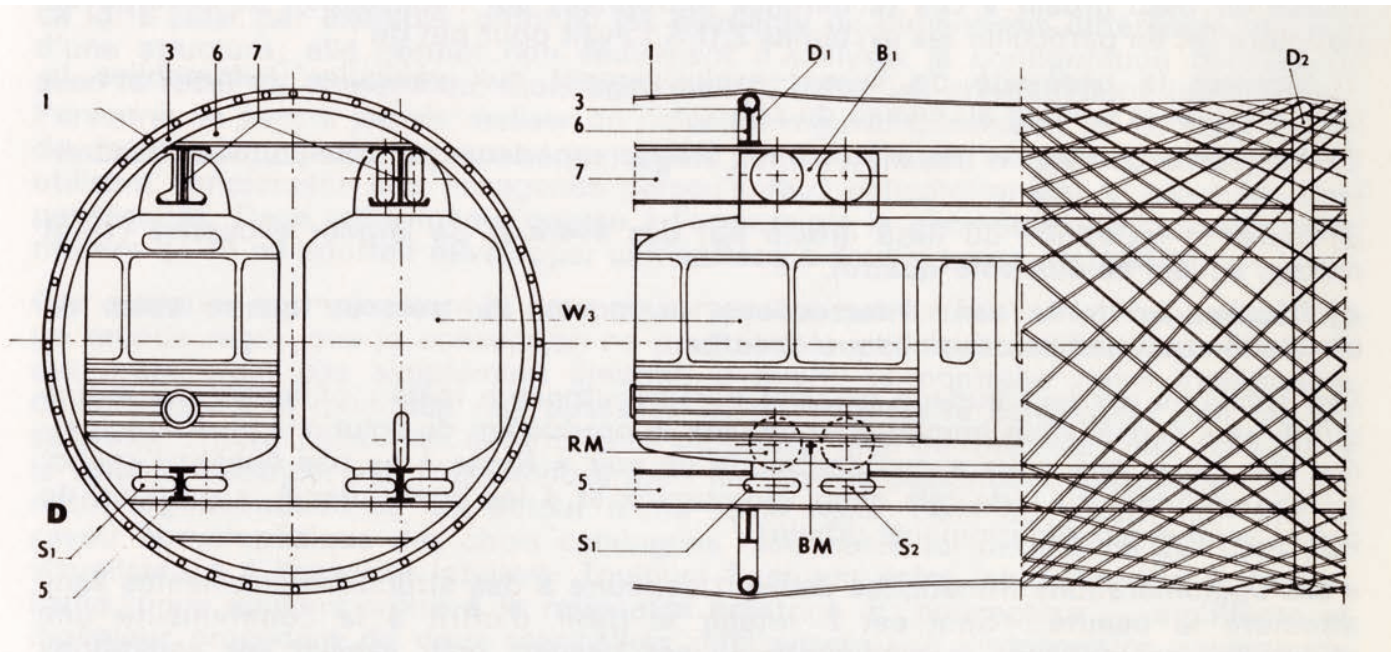
Circulation aérienne par monorail suspendu « skyrail system », Structures et formes. Etude appliquée à l'œuvre de Robert Le Ricolais, 1983



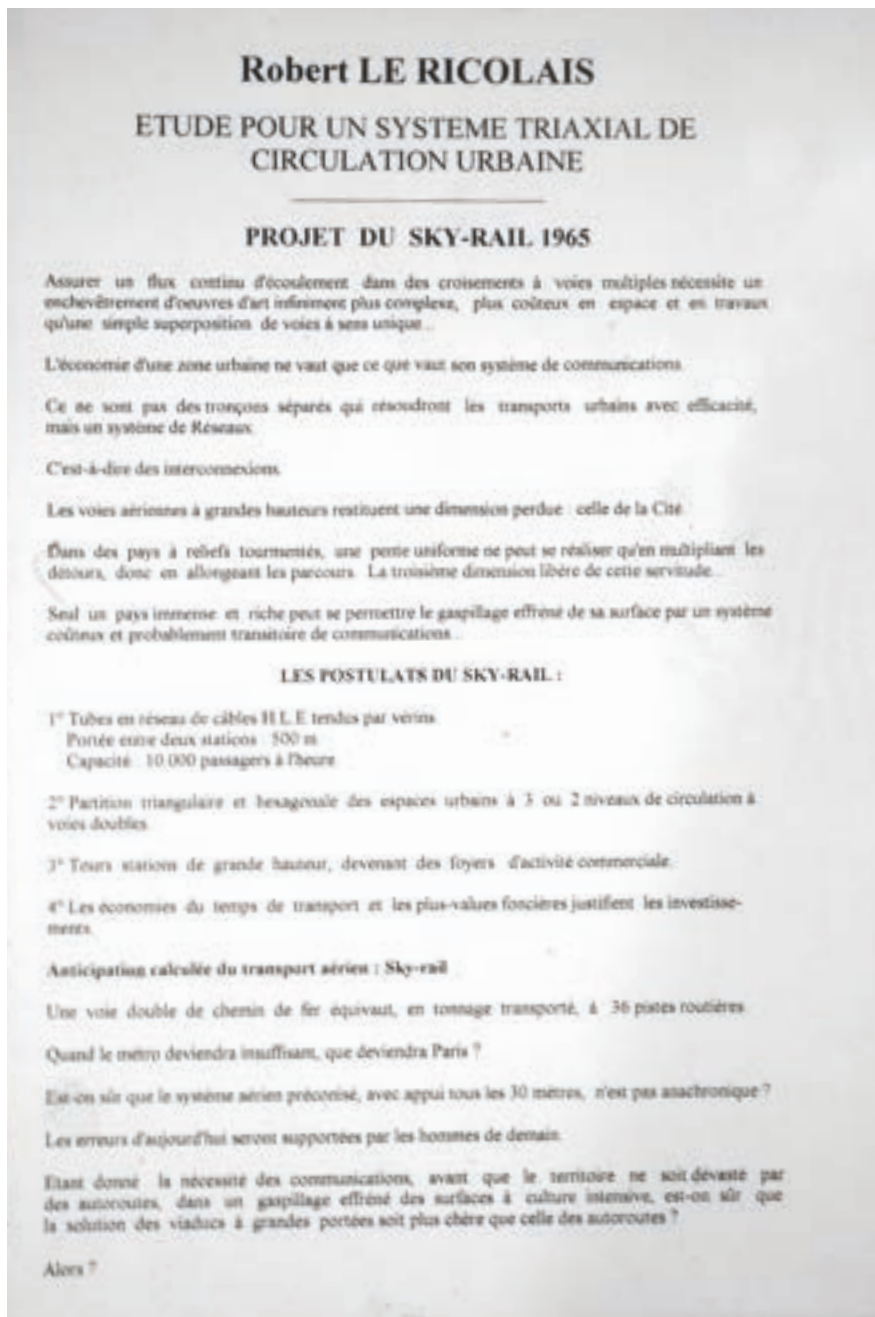
Modèle de Skyrail, 1963, Le Ricolais : Espace, mouvement, structures, Catalogue de l'exposition, Paris, Palais de la découverte, 1965



Montage, agence Marc Mimram, à partir de la collecte des photographies des maquettes conservées à Philadelphie, photographies déposées depuis 1980 tout d'abord à l'IFA et maintenant à la Cité de l'Architecture.



Dessin d'étude du Skyrail, *Structures et formes, Etude appliquée à l'œuvre de Robert Le Ricolais*, 1983



Projet de Skyrail.1965, page 1.
Fonds Maurice Thomas.

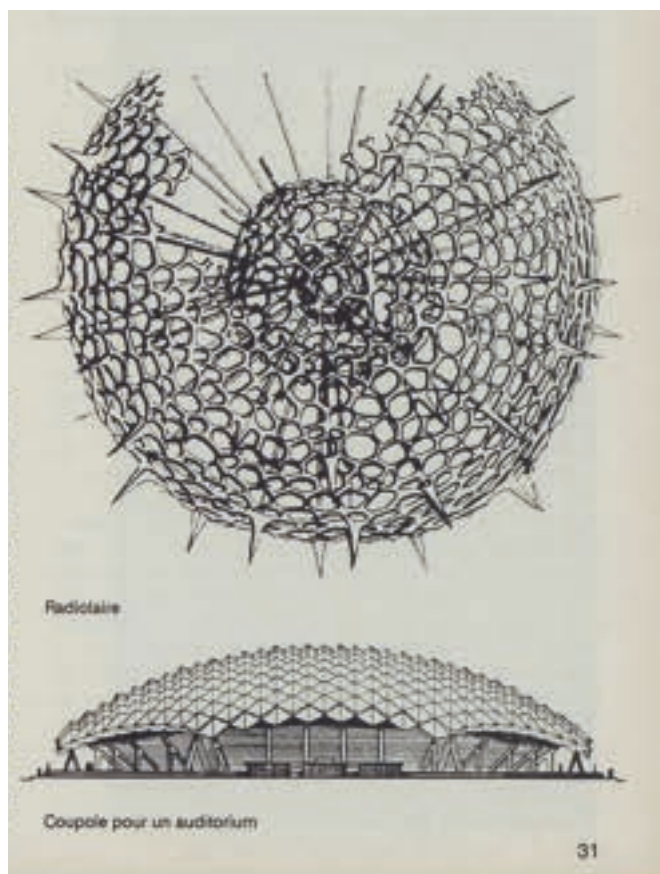
- **1962** - Reçoit le grand prix annuel du Cercle d'études architecturales pour ses travaux théoriques et applications. André Malraux lors de son discours le qualifie de « père des structures spatiales ».

- **1964** – Second recueil des poésies de Robert Le Ricolais, *Matières*, Renens : Chabloz, 1964. Les photographies intégrées dans ce recueil sont d'Henriette Grindat, photographe suisse renommée, auteure avec son compagnon le graveur Albert-Edgar Yersin et le poète Francis Ponge d'un ouvrage très connu, « A la rêveuse matière », Lausanne : Editions du Verseau, 1963 ; les Yersin-Grindat et les Le Ricolais avaient des relations d'amitié depuis les années 1950).

- **1965** - Une grande exposition lui est consacrée au Palais de la Découverte. Le 7 juillet il prononce une conférence intitulée « À la recherche d'une mécanique des formes ». Soulignons la simultanéité de cette exposition avec l'inauguration par Buckminster Fuller en « guest star » à Paris de la « World Design Science Decade » (1965-1975) lors de la réunion de l'Union internationale des architectes, qui a été, selon ses propres termes, consacrée à « l'application des principes de la science pour résoudre les problèmes de l'humanité ».

De la rivalité RLR/Fuller. RLR, pourtant appelé à donner de nombreuses conférences de par le monde, s'en tenait à des applications plus pratiques quoiqu'audacieuses et avant-gardistes. Portait-il une grande estime à son contemporain Buckminster Fuller ? Ainsi écrit-il à son propos : *Puisqu'il est question de coupole, en voici précisément une, pour un stade : 215 m de diamètre, plus de 60 m de hauteur.* Il dut à cette occasion montrer une de ses diapositives se rapprochant de celle-ci :

J'ai voulu faire la nique à Buckminster Fuller, l'auteur du pavillon des Etats-Unis à l'exposition de Montréal ... C'est un homme remarquable sans lequel beaucoup de choses n'existeraient pas ; mais il s'obstine à jouer avec des boules, des demi-boules, des quarts de boule. Ça roule, mais ça ne fait pas une charpente, car il y a trop de joints. Je préfère la forme parabolique, beaucoup plus économique. Sur Fuller, Michel Ragon dans le Carré Bleu vient compléter l'opinion que RLR avait de son rival, s'il faut le nommer ainsi : Je n'ai rencontré qu'une seule fois Buckminster Fuller. Nous avons fait l'un devant l'autre une danse de l'intimidation. Nous n'avons d'ailleurs jamais rien compris l'un de l'autre. Il a un jargon incompréhensible, mais il est néanmoins adoré. C'est ce qui prouve que l'on a intérêt à être inintelligible. Mais j'ai lu dernièrement un article de lui dans une petite revue d'étudiants du Texas qui était magnifique. Vous savez, aux Etats-Unis, les bonnes revues ne sont que les revues d'étudiants. Les grandes publications ne sont que trucage. La nature a fait du Buckminster Fuller il y a des milliers d'années. Il suffit de regarder les agrandissements de radiolaires. Mais Buckminster Fuller se remue puisqu'il admet maintenant que la tension est la formule de l'avenir, alors qu'il ne jurait que par la compression. Je l'attendais à venir.



Le groupe Campus et l'exposition au Palais de la Découverte. Luc-Régis Gilbert (AA) (dont le fonds sera ici représenté sous l'acronyme ALRG) ainsi que Maurice Thomas au sein du groupe Campus qu'ils créèrent avec quelques jeunes architectes de l'atelier Otello Zavaroni (1910-1991) de l'ENS-BA, furent partie prenante de cette exposition. Le commissaire en fut Mme Faure, conservatrice du Palais de la Découverte. RLR laissera même chez elle un bon nombre de ses maquettes qui hélas ont disparu.

Le catalogue, de 1965, de 32 pages y compris couverture et de format 21x21, intitulé LE RICOLAIS espace mouvement et structures (édit. Palais de la Découverte-Université de Paris-Campus), comporte :

- o Les remerciements du Directeur du Palais de la Découverte, M. A.J. Rose ;

- o La préface de Paul Montel de l'Académie des Sciences. Lettre tout à fait intéressante car en quelques phrases l'apport de RLR est dit, en particulier dès lors qu'il a introduit la topologie dans ses travaux ou expérimenté la physique des bulles de savon, travaux auxquels Luc-Régis Gilbert ainsi que Philippe Boudon (AA) ont participé et auxquels on doit tout un ensemble de photographies et quelques négatifs (ALRG). Paul Montel perçoit que ses travaux auront une application tant en urbanisme que dans la résolution des problèmes de transport ;

- o L'introduction de Louis Kahn, moins attaché en tant qu'architecte que ne l'est Paul Montel, à mettre en avant le volet mathématique des travaux de RLR, mais il s'essaie à trouver l'expression juste pour rendre compte de la matérialité de ses expérimentations : enveloppes cristallines, écharpes transparentes, toiles d'araignée ... Lui également pense que dans le domaine des transports les travaux de RLR auront des applications ;

- o L'avant-propos, de G.-H. Pingusson (1894 - 1978), prend tout d'abord la forme d'un éloge, insistant sur les capacités d'émerveillement de RLR aussi bien fasciné par une simple tige de blé que par des structures stupéfiantes d'audace. La tige de blé peut s'élaner à une hauteur jusqu'à plus de 100 fois son diamètre, et porter plus de 10 fois son propre poids. Puis, il retrace les grandes étapes de la vie professionnelle de RLR jusqu'à évoquer de manière extrêmement brève, sa pratique de la peinture. Il ne dit rien de ses poèmes ;

- o Les plaisirs de la recherche, de RLR. Il s'agit d'un texte, certes bref mais tout à fait intéressant mettant en avant ce qui pourrait expliquer le ressort et la méthode ayant présidé à ses expérimentations et découvertes : la comparaison de classes d'objets comme autant de moyens de reconnaissance de leurs propres arrangements et de leurs différences entre les classes. Quand, de plus, une solution mathématique peut en être dégagée, RLR évoque le plaisir très particulier qu'il en ressent ;

- o La recherche. Quoique non signé, ce dernier volet du catalogue n'a pu être que le fait de RLR. Le texte, toujours très court, s'ouvre à des considérations plus philosophiques qui renouent avec le temps où sciences et philosophies n'étaient pas séparées : « La constante de notre univers est le changement. Notre seul espoir de le comprendre : étudier ce qui demeure invariable au cours de ce changement ».

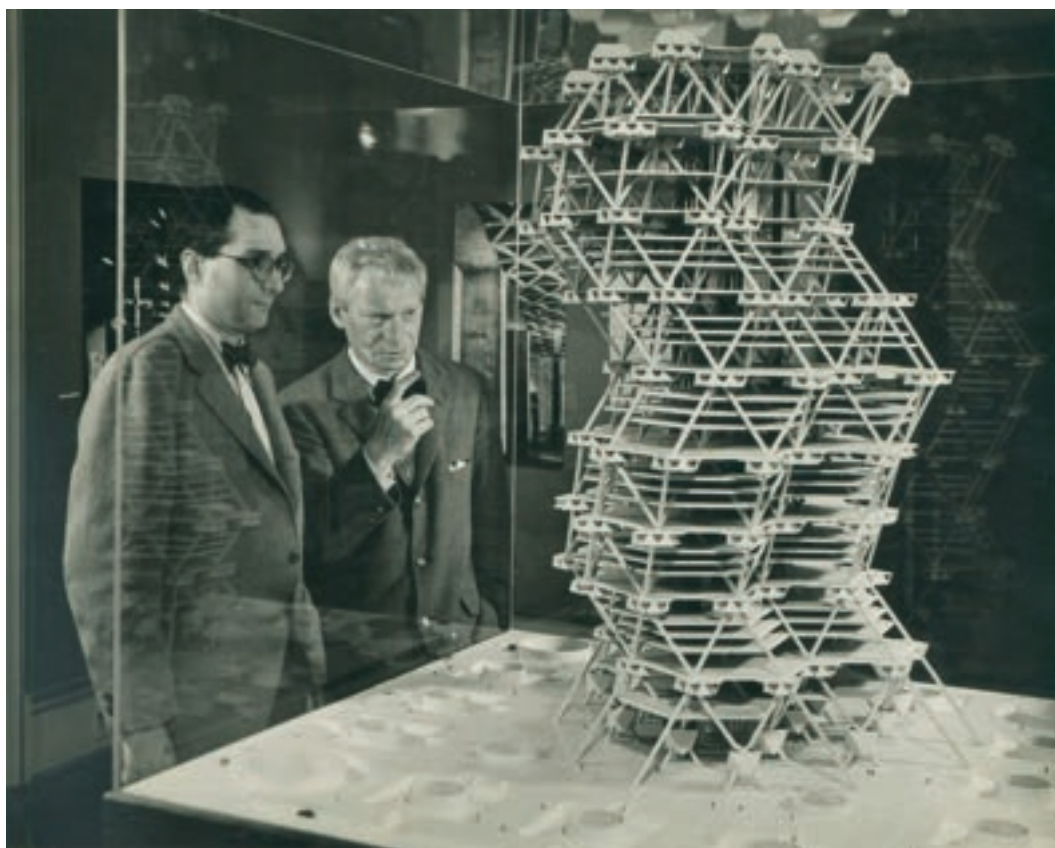
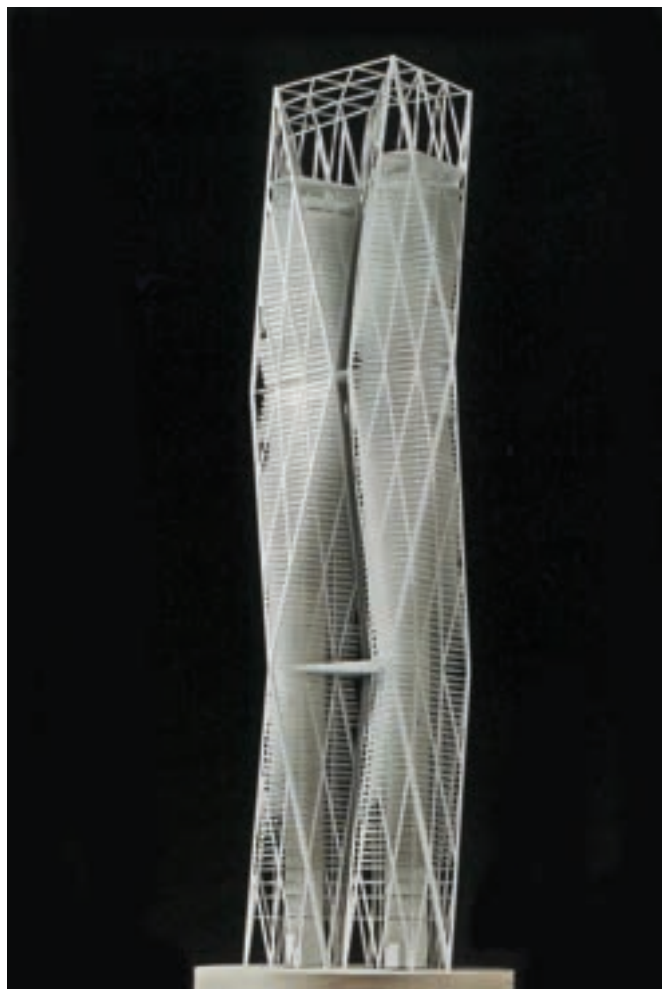
- o Les bulles de savon. Quant à l'étude des bulles de savon auxquelles deux membres de notre académie ont participé en réalisant ces arrangements de bulles et en les photographiant afin de saisir les lignes de force qui les tiennent et les traversent, RLR conclut en rappelant qu'aussi instables soient-elles, le calcul de ses systèmes a bien été réalisé et publié.

- o Puis les développements architecturaux (dômes, nappes couvrant de vastes étendues avec un minimum de points d'appuis et de matières, pylônes font l'objet d'images et de quelques lignes ainsi que l'application des structures tendues et suspendues, supports d'un train ou d'un métro urbain, le Skyrail.

- o Enfin est montré une image du garage de Yaoundé dont on ne sait plus avec certitude si cette seule réalisation (encore faut-il s'assurer que ce serait la seule) de RLR, est encore debout, s'inquiète Luc-Régis Gilbert. Si l'un des garages fut démoli, l'autre est là, Gilles Antoine Langlois s'est rendu sur place il y a peu de temps (on le voit encore sur Google Earth en 2023). Son état est satisfaisant, encore faut-il veiller à ce qu'il se maintienne. L'Académie d'Architecture s'active pour que la halle restante fasse l'objet d'une protection et d'une efficace mise en valeur. Les travaux de recherche de Gilles-Antoine Langlois ainsi que ceux de Xavier Dousson et les tentatives de recoupements du présent texte, tendent pour la thèse de la participation de RLR dans plus d'une réalisation.

o RLR ne peut d'ailleurs s'empêcher de conclure sur le domaine de la symbolique des formes dont on ne sait s'il faut en attribuer la présence dans ce catalogue du Palais de la Découverte, à un nécessaire rappel que les formes parlent plus à nos sens qu'à notre esprit et que les apparences sont trompeuses, ou qu'au contraire, les formes et leurs capacités d'arrangements porteraient en elles l'inhérence de leur charge symbolique.

Luc-Régis Gilbert ne cache pas que cette dimension qu'il juge plutôt ésotérique existe chez RLR, encore faut-il que nous la prouvions et jugions utile de la faire apparaître. Mais, nous étant donnés comme objectif non point de refaire une exposition sur le seul domaine, certes essentiel, scientifique et visionnaire de RLR, mais aussi sur l'homme et ses diverses facettes, pour utiliser un mot bien terme. Au sujet du caractère visionnaire des travaux de RLR, l'exposition remarquable qui s'est tenue en 2023 à Beaubourg sur Norman Foster, pourrait témoigner qu'ils ont trouvé bien des applications. Nous pensons en particulier à l'antenne de Barcelone mais aussi au projet de Norman Foster and Partners sur le site des Twins Towers à Manhattan qu'à quelques détails près il reprit pour la Défense.



Concours de 2002 de Norman Foster et Partners sur le site du Word Trade Center et maquette de La Tour municipale de Louis Kahn pour le centre de Philadelphie (1952-1957) reposant sur le principe d'une structure dans la filiation des études de RLR à base de tétraèdres.

Témoignage des circonstances de la création de l'exposition du Palais de la Découverte. Luc-Régis Gilbert nous transmet (décembre 2023) le souvenir très vif qu'il a gardé de la préparation de cette exposition. Il rend à cette occasion hommage à ses camarades d'atelier à l'origine de cette aventure :

*Exposition au Palais de la Découverte
CAMPUS 1965*

** * * * **

Maurice Thomas, architecte DPLG installé à Nantes en exercice libéral, vient de terminer ses études d'architecture à l'ENSBA, atelier O. Zavaroni, par un diplôme remarquable, sur un projet de Théâtre à Venise. Il achève également son Séminaire Tony Garnier, sur deux années consacrées à la Restructuration de la Haute Vallée de l'Oise, conduites par les éminents Professeurs en urbanisme à l'ENSBA, R. Auzelle et A. Gutton.

De tempérament très actif, d'approche confraternelle et culturelle toujours très ouverte, M. Thomas rencontre R. Le Ricolais, qui réside à proximité (Orvault près de Nantes), dans les années 1960. Il se lie d'amitié avec lui, fasciné par l'esprit de recherche, découvertes et propos de cet homme hors du commun et plein d'humour. Il a tôt fait d'intéresser à lui quelques jeunes amis architectes, et de lancer l'initiative d'une exposition à Paris, avec le groupe « CAMPUS » qu'il fonde : lui-même, L.-R. Gilbert, L. Godin, C. Bouchaud. L'objectif en devient une reconnaissance professionnelle publique de son travail sur les structures. Ces dernières sont effectivement d'actualité, c'est l'époque du « tridimensionnel », où Buchminster Fuller, Stéphane Du Château, David Georges Emmerich et bien d'autres en pourchassent les inconnues et les potentialités architecturales.

G.-H. Pingusson architecte, Professeur chef d'Atelier à l'ENSBA, auteur notamment du fameux hôtel « Latitude 43 » en presque île de St. Tropez, et du Monument aux Déportés de l'Île St. Louis, est de longue date ami de R. Le Ricolais. Il adhère au projet d'exposition. En relations avec Madame L. FAURE, Conservateur au Palais de la Découverte, tous s'accordent à penser que ce haut lieu, célèbre et central en ville de Paris, parfaitement adapté, répondrait au mieux à l'exposition envisagée : dates sont retenues pour juillet 1965. Le Professeur en mathématiques au Collège de France, Paul MONTEL, dont R. Le Ricolais s'honorait d'avoir été autrefois l'élève, est invité d'honneur.

Se préparent hâtivement – dans l'atmosphère que quelques bons et mémorables repas - les éléments d'exposition. Une bonne trentaine d'agrandissements photographiques (format Gd. Aigle, env. 80 x 120 cm.) font révélation : Radiolaires, coupes d'ossements et coquille d'œuf, coquilles St. Jacques... S'y ajoutent, en photos et originales, les maquettes d'un « cosmorama », d'un immeuble à étages en fuseau (enveloppe d'armatures tendues périphériques), des tôles ondulées, observées sur camion suivi, alternativement superposées ; du skyrail destiné aux transports urbains en commun (aériens à 60 m. d'altitude sur portées de 400 m) ; et autres fragments de surfaces courbes sous tension... Et viennent encore compléter cette rare collection : plans, coupes, détails de nœuds du hangar, construit à Yaoundé, à l'épreuve de fortes tempêtes, unique réalisation ; quelques-uns de ses 19 brevets (1923-1965) ; des poèmes et des courriers, et surtout des dessins ou aéroglyphes, témoins de sa sensibilité d'artiste...

R. Le RICOLAIS déclare enfin, en toute sa modestie, entouré de certains jeunes venus de Philadelphie où ils travaillent avec l'architecte aux USA, L. Kahn : « La recherche ne peut être faite par des spécialistes, mais par des gens qui savent ce qui se passe à côté... »

L.-R. GILBERT

Architecte, A.A. 12/12/23

Quant aux bulles de savon légèrement glycé-
nées, voici le témoignage de Luc-Régis Gilbert.

Bulles de Savon

Trempe dans un godet, bien rempli du liquide savonneux tout exprès, un simple anneau, muni de son petit manche, en ressort, au plus grand soin de la main, chargé d'une membrane plane, transparente, maintenue en tension à sa périphérie.

Un léger souffle par devant et la membrane devient bulle, gagnant sa liberté éphémère.

Si fine, fragile, délicate, timide, pudique, hésitante... autant qu'elle s'envole en dansant dans les flux de l'air, réfléchissant sa façon particulière de percevoir le monde, pour un instant de vie seulement !

Comme elle se savoure, cette première bulle, en couleur d'arc en ciel, juste avant qu'elle n'éclate pour disparaître en l'infini !

Elle est suivie d'une seconde bulle, d'une troisième, puis d'un défilé silencieux, vraie chorégraphie, merveilleux défi au temps et l'espace... mystère de nature à laisser pantois l'enfant, étonné le chercheur, séduit le poète.

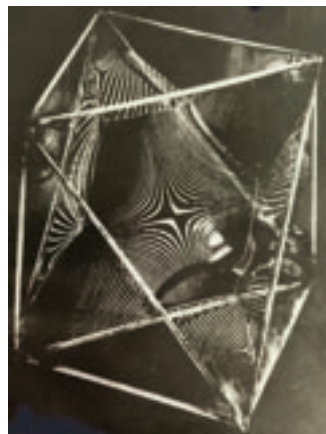
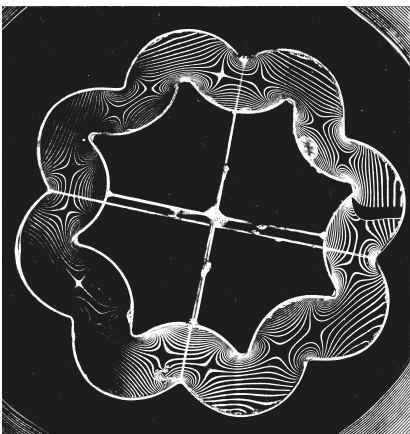
Que l'on remplace le simple anneau par un fil de fer, mis en forme de cube, trempé de manière analogue, on s'attendrait à ce que les six faces de ce cube soient sous-tendues de six membranes planes. Or il en apparaît à l'intérieur du cube tout autrement ! Une étrange rencontre de membranes, qu'on pourrait naïvement imaginer provenir des diagonales, s'opère en surfaces gauches « a minima », soit de courbures de signes opposés, permettant de réduire au minimum leur surfaces, pour un poids de matière uniformément réparti. Elles sont bien difficiles à définir par leur joint, sinon par une savante mathématique, d'autant que leur vie s'avère inéluctablement ultra courte !

Que l'on remplace le cube par un fil de fer de mise de formes quelconques, on obtiendra une rencontre aléatoire de membranes dont le joint aura une définition – géométrique ou mathématique - toujours plus complexe.

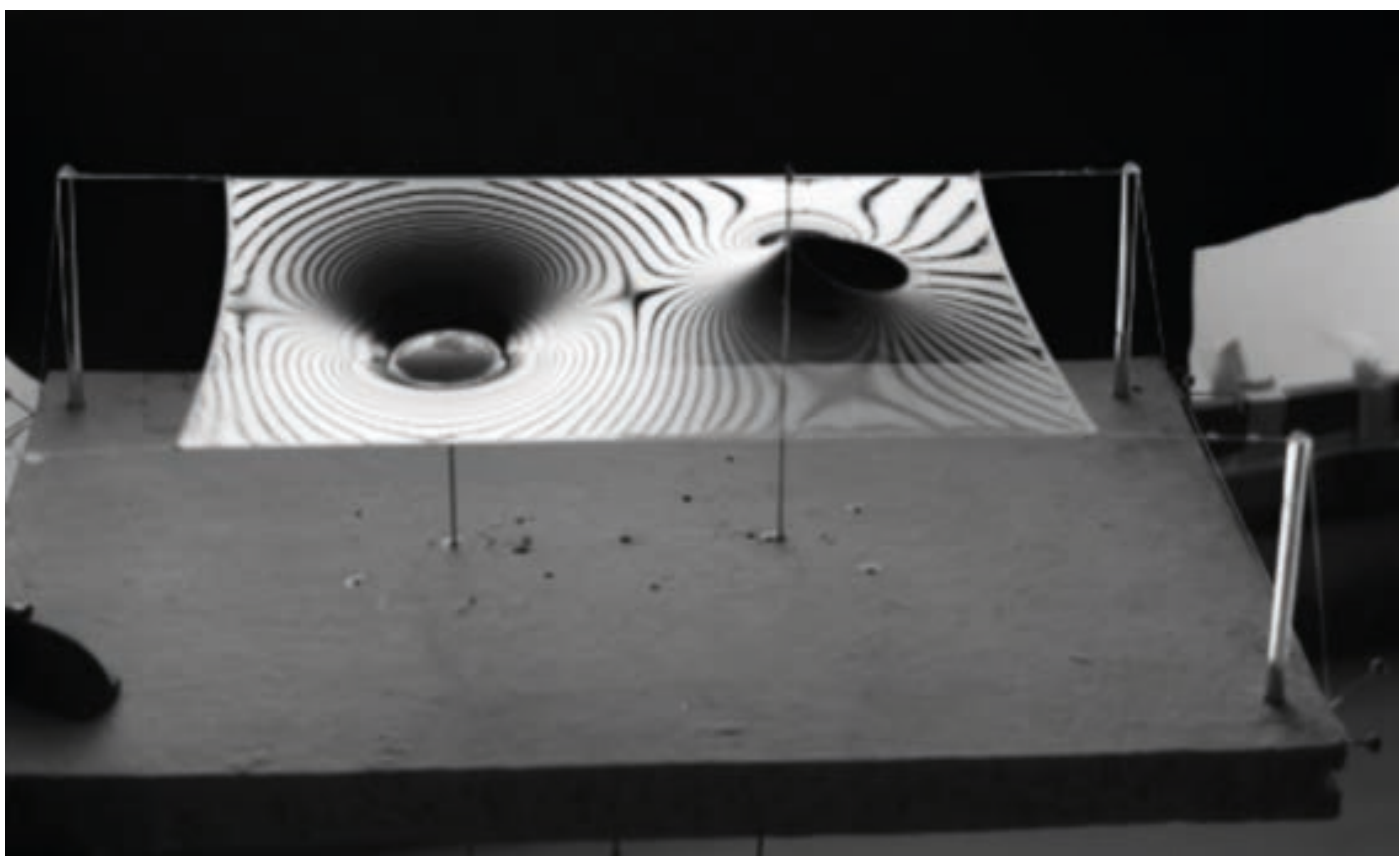
Enfin, si l'on se propose une mise en forme de fil de fer définie par une volumétrie déterminée, on pourra obtenir les formes de membranes que l'on voudra, impliquant les joints résultants.

La finalisation d'une telle recherche ne manquera pas d'intéresser l'architecte, dans ses études structurales et plastiques. Mais il lui faudra réaliser des conditions techniques difficiles d'illumination ponctuelle, évitant les reflets parasites sur les membranes savonneuses, éclairage en résilles, autorisant la photographie et aujourd'hui l'informatique, pour l'observation des phénomènes. Elles rendront possible leur analyse scientifique de tensions, ainsi que leur application en ouvrages d'architecture spécifique.

Toujours très coquette, - oh ! - sacrée bulle de savon !... Souvenir d'heures fabuleuses de patience, passées en atelier à plusieurs étudiants, dans un clair-obscur de rigueur et de rêves.



L.-R. GILBERT
Architecte A.A.12/12/23



Ce type d'étude était largement partagé par la communauté des chercheurs- université de Stuttgart, vers 1965

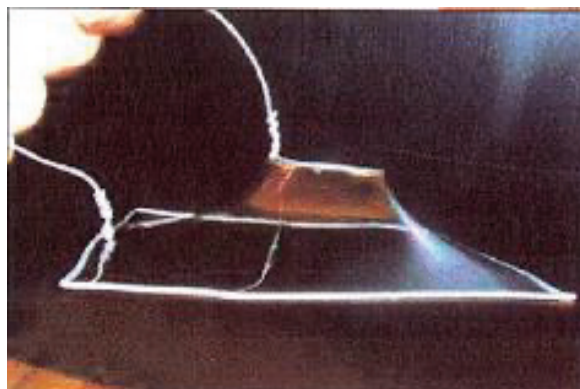
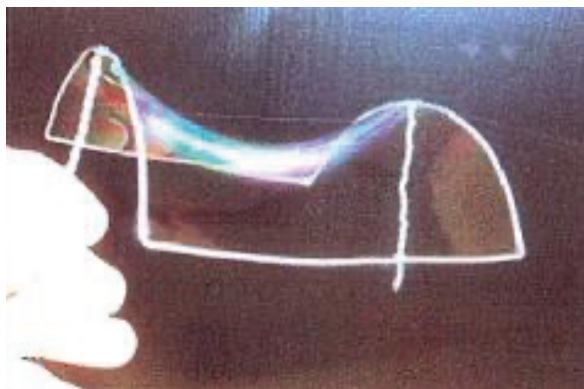
Le modèle du film de savon

Marc Malinowsky

* * * * *

Les modèles sont réalisés à partir d'un contour rigide en fil de fer qu'on trempe dans un mélange eau-savon. Cette technique permet d'obtenir des surfaces gauches représentatives de membranes isotropes et dont les contraintes seraient constantes en tout point, ce qui conduit à des surfaces minimales dont on ne peut faire évoluer la forme qu'en déformant le contour support.

Cette méthode ne s'applique pas pour les structures à appuis ponctuels et rives souples par opposition aux rives continues rigides .

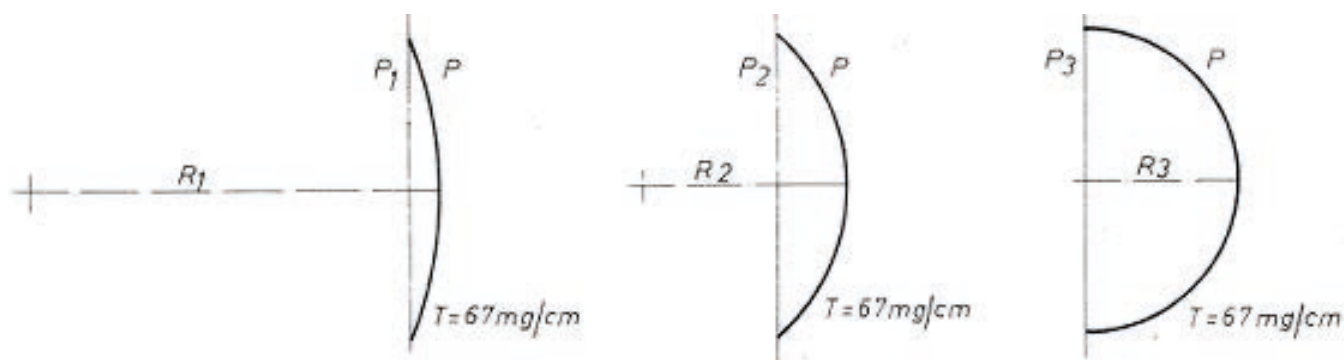


Exemples de modèle de film de savon

La forme sphérique prise par les bulles de savon, dans un état libre, est le volume qui correspond à la plus petite surface possible et qui par conséquent utilise le moins de matière possible pour renfermer son air. C'est pourquoi la surface d'équilibre d'un film de savon est une surface minimale.

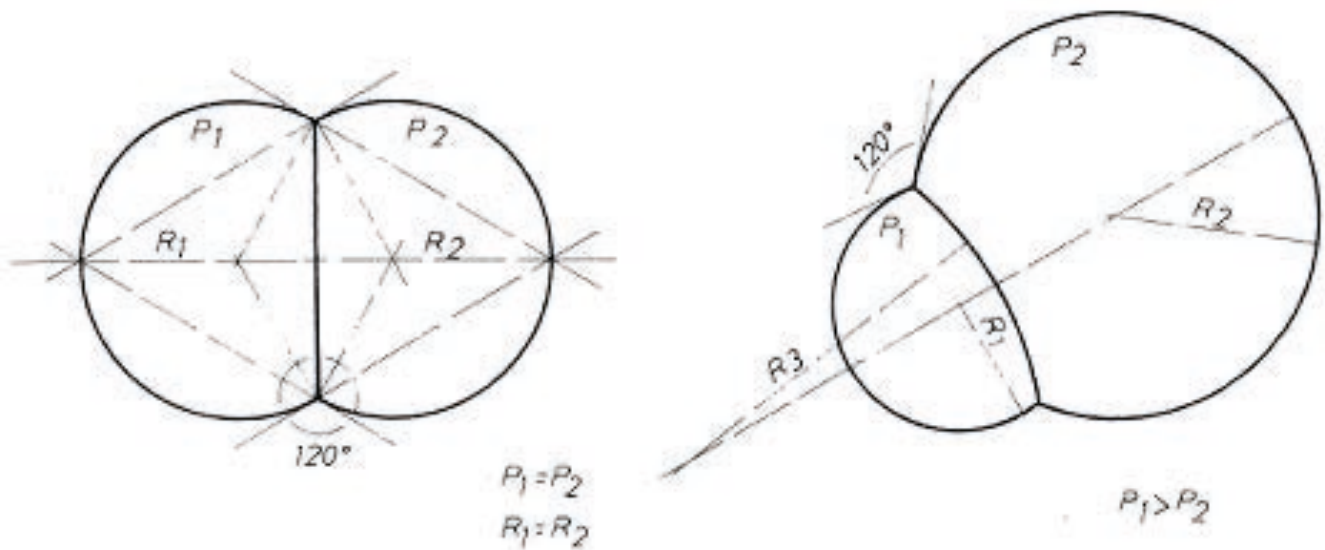
La pression qui est enfermée à l'intérieure de la bulle est supérieure à la pression de l'extérieur, d'une quantité inversement proportionnelle au rayon de cette sphère .

Quel que soit le volume de la bulle, elle est toujours soumise à des tensions superficielles homogènes égales à 67 mg / cm et se gonfle jusqu'à ce que la pression intérieure compense exactement la tension superficielle.



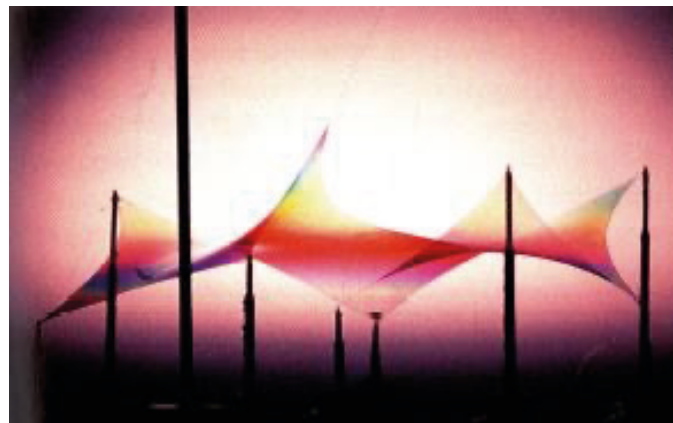
Courbure d'une portion de bulle en fonction de la pression intérieure

Ainsi, la bulle de savon tend toujours à satisfaire au principe de l'énergie minimale. Cela est également valable dans le cas de la réunion de plusieurs bulles de savon



Réunion de deux bulles de savon avec angles de tangentes à 120° qui permet une tension égale dans chaque direction

Son utilisation, surtout pédagogique et universitaire, a été très prisée dans les années '70, en particulier par l'Institut de Structures Légères (LSI) de Stuttgart, animé par Frei Otto et également par Robert Le Ricolais peu de temps avant.



Modèle de film de savon pour l'étude de surface minimale par Frei Otto

Outil essentiellement pédagogique très vite limité en pratique de développement professionnel par les pionniers français et anglo-saxons :

Tels que Coentim Queffélec, Tom Wakefield, David Geiger & Horst Berger, Yan Liddell...

Pourquoi ?

Par définition, les films de savon modélisent très précisément une membrane isotrope, et en particulier, adaptent ses rayons de courbures en proportion directe avec la tension superficielle, constante INVARIABLE ; en conséquence, la forme d'énergie minimale, pour un contour continu donné est unique et déterministe.

D'où la démarche ultérieure des concepteurs qui a consisté, grâce au développement de modèles numériques informatisés dans les années '73 (Knudson, Angelopoulos, Bichat) à rompre l'invariabilité des tensions, libérant ainsi une modulation libératoire des courbures et ce faisant, des formes imposées par le strict respect du diktat théorique des formes de surface ou d'énergie minimale des années précédentes. Liberté architecturale chérie...

Autres modèles : les maquettes physiques :

On a parfois recours à des maquettes en jersey qui sont faciles à réaliser, à l'exception des rives souples et des points singuliers.

Cette technique permet de bien visualiser les surfaces gauches et en plus permet de jauger qualitativement les effets de poches d'eau ou de neige, en utilisant des petites sphères de liège qui viendront s'entasser dans les zones concernées et alors à éliminer.

On peut mettre facilement en valeur l'influence de la pré-tension, en jouant sur les tensions principales et en observant les variations de forme que cela engendre. Par ailleurs, si les modèles sont construits en utilisant des membranes ou des tissus avec une haute élasticité, on peut mieux contrôler la courbure de la surface obtenue. Selon la nature du projet et les matériaux utilisés, une variété de techniques peut être employée pour atteindre différents objectifs.

Par exemple, lorsqu'on utilise un tissu plastique, la chaleur peut être appliquée localement pour accroître la double courbure. De même si on utilise un tissu en nylon, la rigidité du modèle peut être assurée par l'application de résines. Une partie de la popularité de cette modélisation physique réside dans la possibilité de mettre à profit la maquette pour déterminer le schéma détaillé de la découpe des lés (patterning ...).

Les maquettes peuvent être un outil efficace de recherche lorsqu'on travaille à grande échelle, de l'ordre du 1/20e.



Exemples de maquettes

La recherche de forme grâce à l'utilisation de modèles physiques présente inconvénients certains qui sont :

- Étape chronophage,
- Coût,
- L'approximation
- L'itération d'une nouvelle maquette à chaque modification..

Une démarche similaire ultérieure informatisée pour la plus grande inconnue de la conception des membranes concerne la détermination des pressions et dépressions du vent sur des formes gauches complexes peu documentées dans les Recommandations Réglementaires.

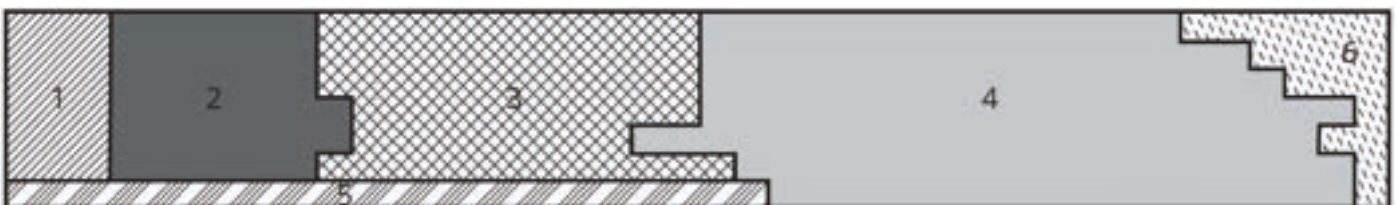
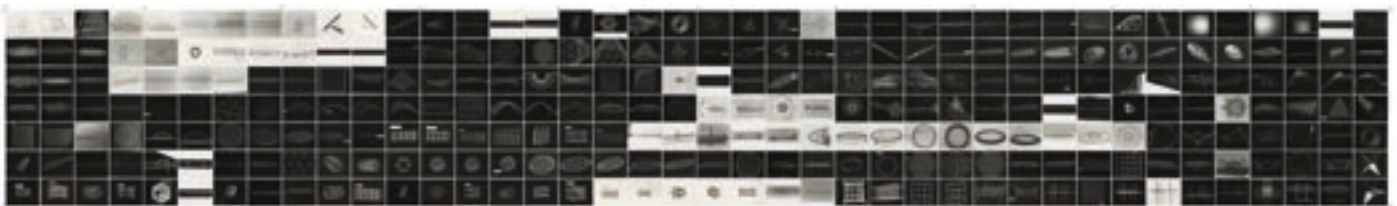
Aussi l'avènement depuis une vingtaine d'années des modélisations de CFD (Computational Fluid Dynamics) implantées dans plusieurs logiciels d'analyse spatiale a permis pour des projets modestes (entre 500 et 5 000 m²) de se dispenser de modèles physiques..., non sans avoir consacré un temps certain à convaincre les Bureaux de Contrôle de la validité de l'équivalence avec les résultats obtenus dans les sondes de Pitot de l'époque de notre cher Gustave Eiffel, encore lui...

On peut désormais sur des applications actuelles faire tourner la maquette virtuelle et, cerise sur le gâteau, y inclure l'environnement proche, dans une soufflerie numérique et définir les réactions maximales selon l'azimut.

Avancée actuelle d'une redoutable efficacité surtout en cas de forme non symétrique. .

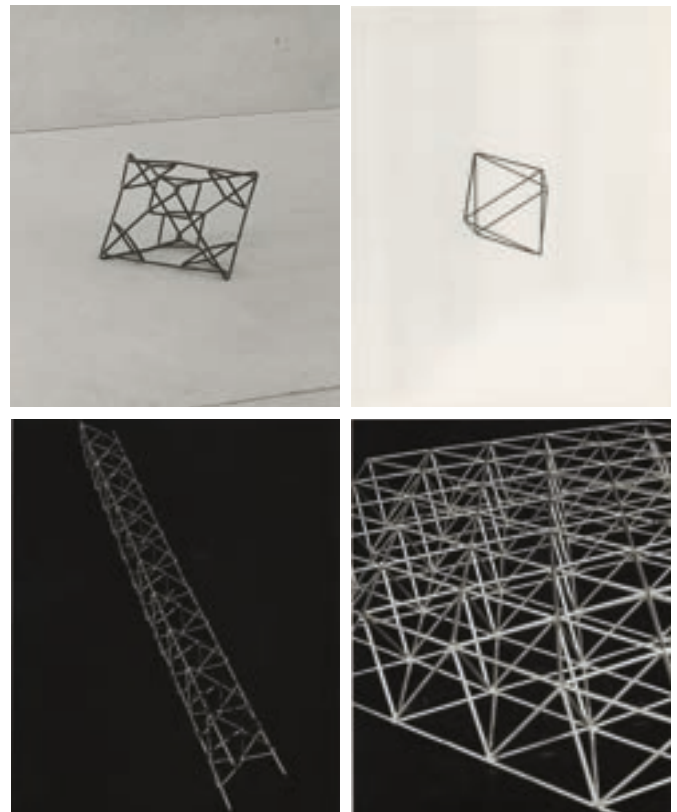
oooOOO FIN Partielle OOOOooo
Le 13 janvier 2024 / MM

Arrêtons-nous à ce qui est en fait l'essentiel et l'originalité des études des structures menées par RLR, la totale symbiose entre expérimentation/ modélisation/calculs/applications :



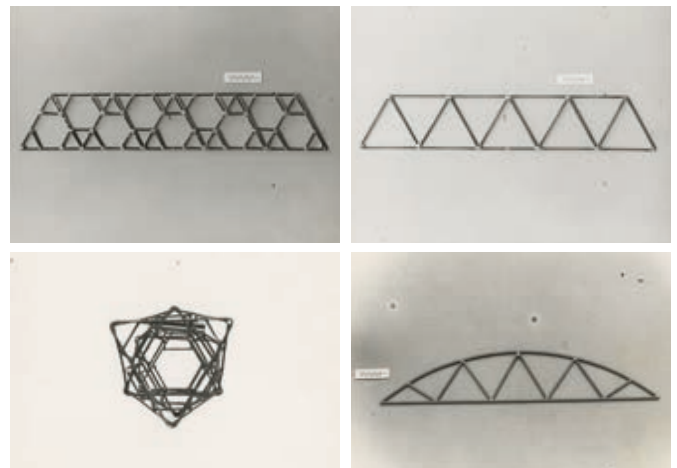
o Structures tridimensionnelles (1)

RLR est le « père » des structures tridimensionnelles. Ces structures, contrairement aux structures planes décomposées en treillis, s'organisent géométriquement à partir de l'assemblage de polyèdres (il existe 5 polyèdres convexes réguliers, dits solides de Platon, les plus employés). Ces structures très performantes et frugales (moins de 50 kg/m²) ont fait l'objet de larges développements durant la deuxième moitié du 20^{ème} siècle, notamment dans les modes d'assemblages des barres de structure. La seule réalisation notable et encore existante de RLR est la charpente du garage administratif de Yaoundé en 1947.



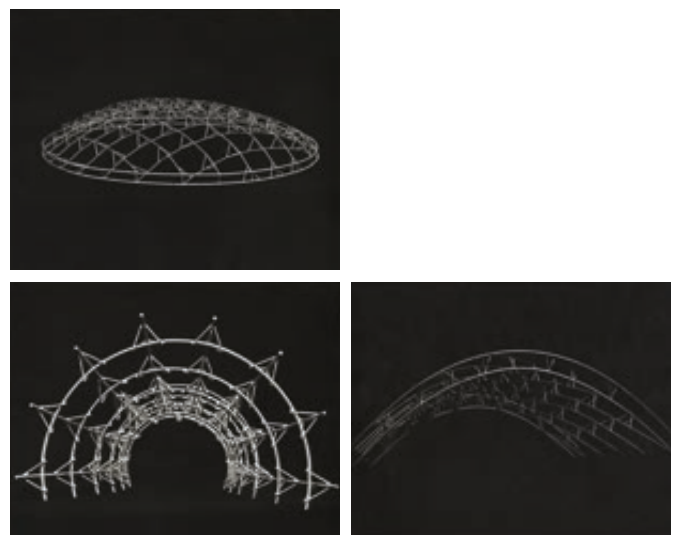
o Structures Trihex (2)

Les structures tridimensionnelles en nappe sont construites à partir de barres de faibles longueurs assemblées sur des nœuds spatiaux. Partant du principe que les barres peuvent être fournies en grandes longueurs, RLR a développé des structures à partir de ces barres rigidifiées par des nœuds hexagonaux.



o Tétragrid (3)

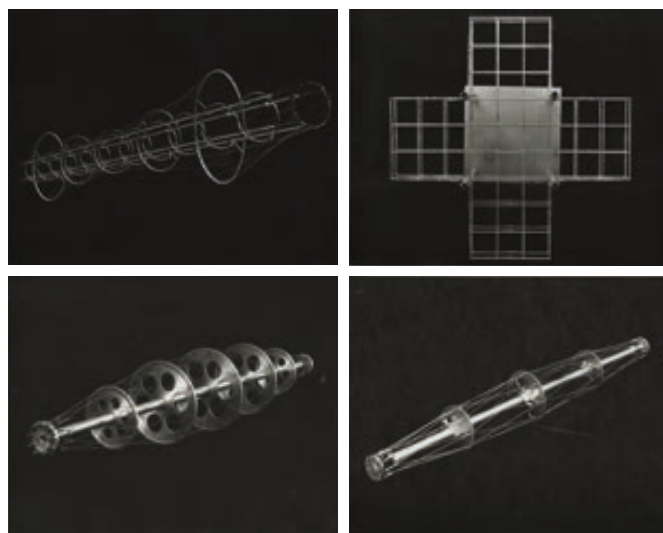
Comme pour les structures Trihex, les barres sont de grandes longueurs et les nappes tridimensionnelles sont assemblées par des nœuds eux-mêmes tridimensionnels réalisés à partir de liaisons spatiales de forme tétraédrique. Le nœud devenant lui-même une structure spatiale, pourquoi ne pas penser les barres comme une décomposition spatiale de structures élémentaires et modulaires ?



o Décomposition Traction-Compression (4)
 Les structures tridimensionnelles étaient originellement composées de barres rigides travaillant indifféremment en traction et en compression pour reprendre la flexion induite par les charges gravitaires. RLR proposa d'exprimer et de distinguer les éléments en traction par des câbles et les éléments en compression par des barres. Cette hiérarchisation de la structure à partir du système de poutres sous tendues (queen post) trouve son développement à travers des systèmes de tubes précontraints extérieurement formant poutres et franchissements horizontaux ou bien à partir de mâts encastrés en pied et tendus extérieurement.

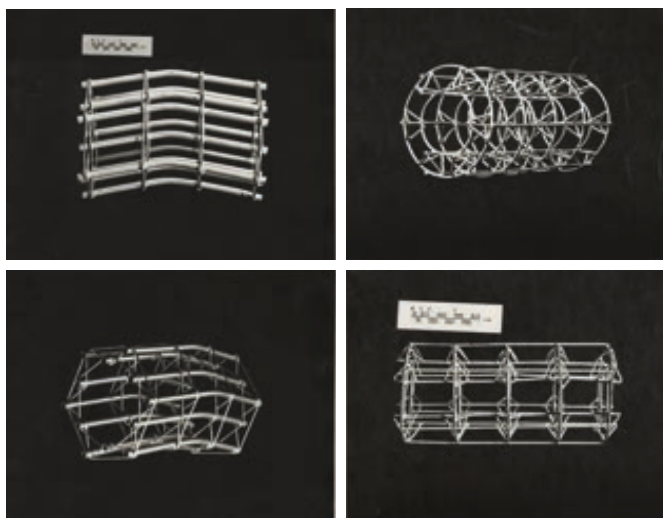
Il compléta cette approche par l'étude des propriétés des surfaces : Lentilles, Hypersphère, Paraboloïde hyperbolique et notamment le Monkey Saddle (selle de cheval à trois pointes).

L'étude des surfaces minimales par la polarisation de bulles de savon, permet de visualiser certaines caractéristiques géométriques de ces surfaces.



o Tubes automorphiques (5)

- RLR s'intéressa à l'assemblages de tubes composant un tube de plus grande taille à travers un assemblage de type Tétragrid. Ces tubes dans le cylindre, forme une structure dont on peut tester la rigidité en faisant des tests de compression où l'on observe un mode de flambement contrarié et régulier qui présente des caractéristiques géométriques très intéressantes quant au comportement statique et dynamique de la structure.

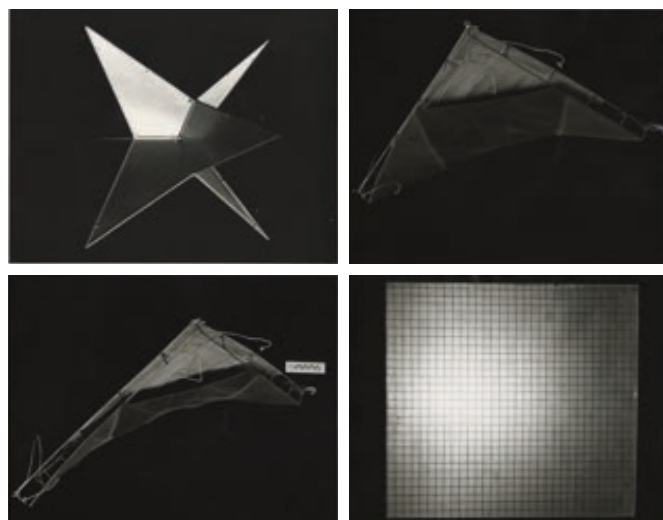


o Structures particulières (6)

RLR développa de nombreuses structures particulières dont certaines firent l'objet de brevets. Les tubes à double peaux croisées sont un exemple intéressant de recherche de rigidité par inertie bidirectionnelle.

Certaines structures furent revêtues de peau rigide accroissant le comportement en flexion.

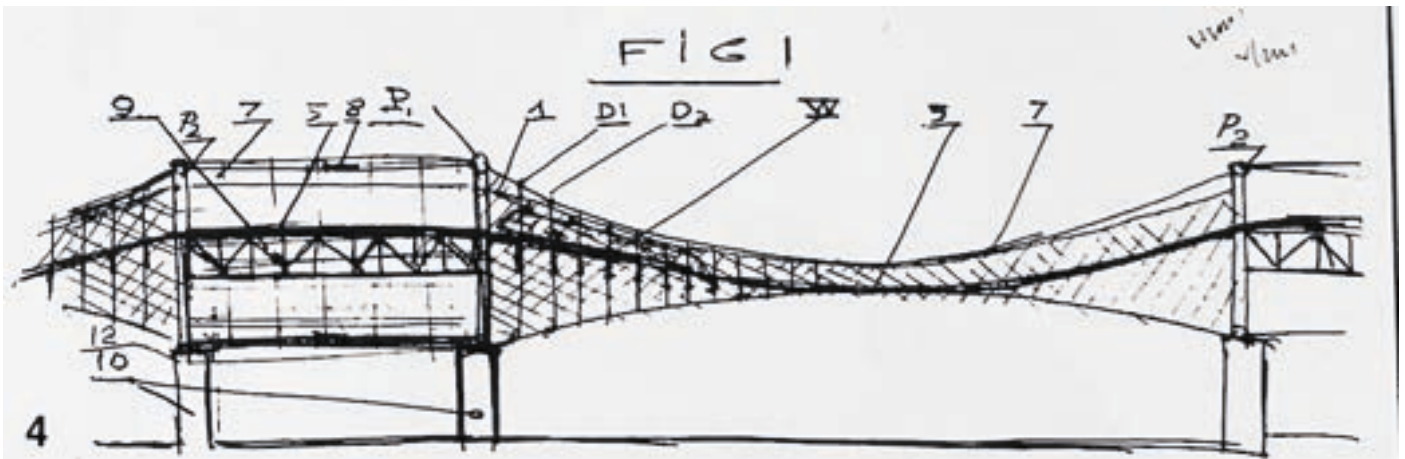
RLR travailla également sur les possibilités offertes par la précontrainte extérieure de profilés en acier.



Un des domaines visionnaires d'application des structures : les Mobilités et le Skyrail

Un problème en entraînant un autre, LRLR est passé des structures de support aux structures de circulation, qui obéissent selon lui aux mêmes lois topologiques. « *Nous bâtissons nos villes sur des plans follement dispendieux, avec des pâtés d'immeubles en carré et des croisements à angle droit car nous sommes obnubilés par les quatre points cardinaux nés de notre conception anthropomorphique de l'espace : devant, derrière, à droite, à gauche. En réalité, trois points cardinaux suffiraient, à moins, si l'on veut être grand seigneur, de s'en offrir six. La plupart des organismes que l'on trouve dans la nature n'ont-ils pas une symétrie hexagonale ?* »

Raisonnant à partir du triangle, figure géométrique pour laquelle il a une véritable prédilection, car elle est la plus stable et la seule indéformable, RLR a imaginé ainsi un système circulatoire qui réduit 18,2 fois le nombre des intersections dans une agglomération. Passionné par les problèmes urbains, il a même élaboré un modèle de métro aérien, le skyrail, circulant dans des cônes formés de câbles tendus entre des pylônes et enserrant de grands anneaux, le tout servant de support aux voies ferrées. Il faudra un quart de siècle pour apprécier la portée de son œuvre. Les vues à vol d'oiseau de Louis Kahn pour le plan directeur du centre-ville de Philadelphie montrent au loin la silhouette du skyrail ainsi qu'une tour que porte une structure réticulée tout droit sortie des laboratoires de RLR.



Croquis d'étude du Skyrail de Robert Le Ricolais. Fonds Maurice Thomas.



Croquis perspectif de Philadelphie, Louis Kahn. En fond d'image, on perçoit le Skyrail. Capture d'écran sur site Moma, <https://www.moma.org/collection/works/579>.

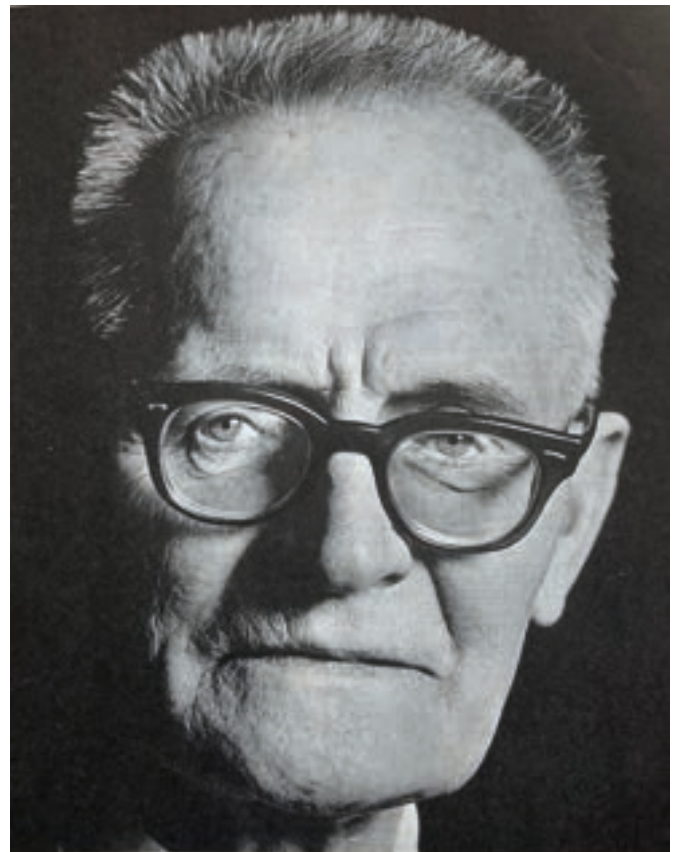
Reprenons le cours de la vie et des œuvres de RLR

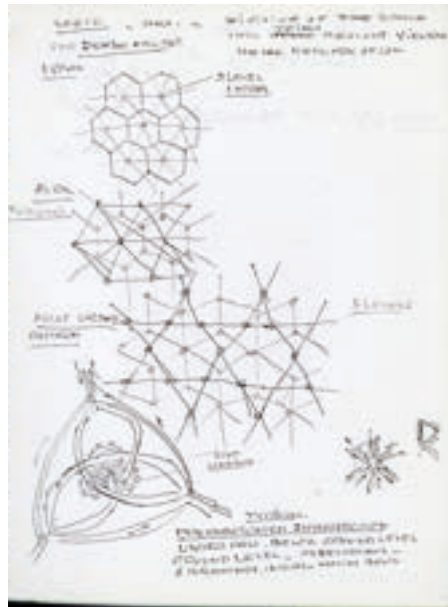
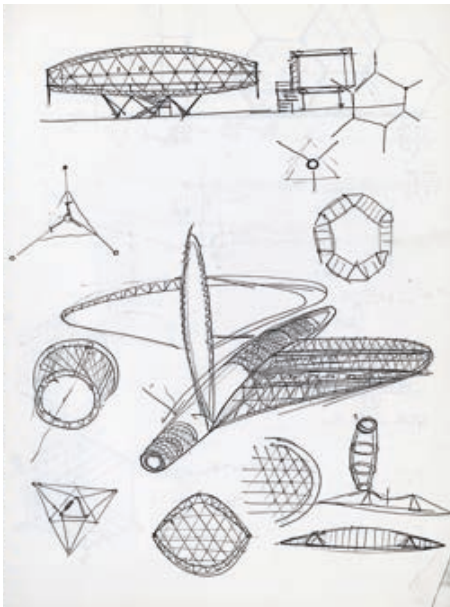
- **1970** - Il envisage son retour en France, se rapproche de David Georges Emmerich et de Stéphane Du Château fondateur le 16 juin 1968 de IRASS (Institut de Recherches et d'Applications des Structures Spatiales). Il est reçu à l'initiative d'Albert Laprade (1888 – 1978) à l'Académie d'Architecture en tant que Membre Associé.
- **1974** - Il succède à Louis Kahn après son décès, obtient la chaire d'architecture Paul Philippe Cret de l'université de Pennsylvanie.
- **1976** - Prix (Research Medal) de l'Institut américain des architectes. Il est nommé président d'honneur de l'IRASS qui deviendra après son décès l'Institut Le Ricolais.
- **1977**, 30 juillet - Décès de RLR, à Neuilly-sur-Seine, inhumé avec son épouse Marguerite

à Orvault près de Nantes. Bernard Huet dans TA n° 192 de septembre 1977 lui rend hommage en insistant sur ses capacités, au-delà des calculs, *à restituer aux choses leur capacité inépuisable de merveilleux.*

- **1980**, sous la direction de Peter McCleary, l'université de Pennsylvanie réalise une série de photographies des maquettes de RLR et la photocopie de ses notes, manuscrits et tapuscrits inédits. La majorité étant en langue anglaise. Ces photographies et photocopies sont conservées et consultables à la Cité de l'Architecture.

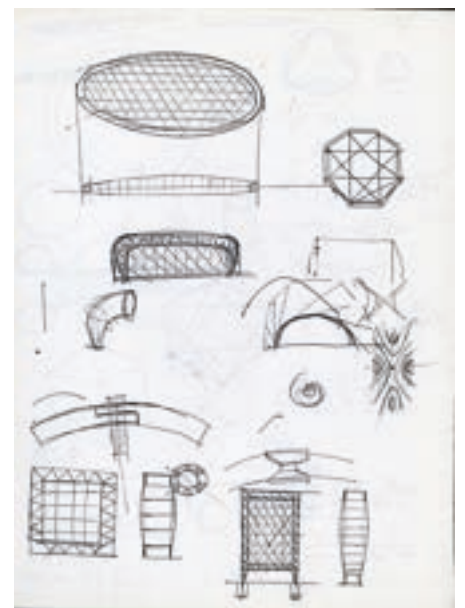
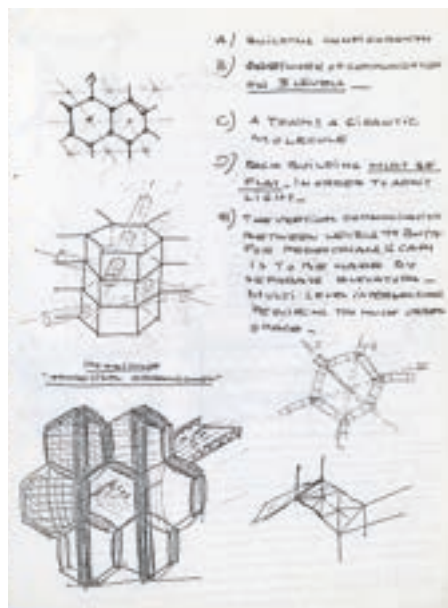
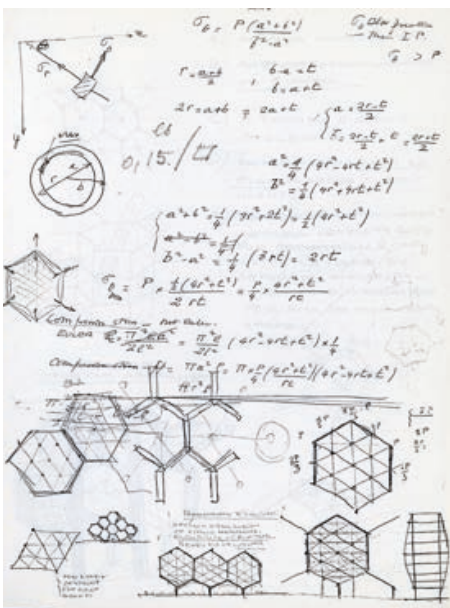
Nous invitons les chercheurs à se saisir de ces notes dépassant largement le millier, elles ne demandent qu'à être classées, analysées. Gageons qu'elles seront à l'origine d'autres découvertes, d'autres applications et nourriront l'appétit des générations actuelles et à venir pour LES CULTURES CONSTRUCTIVES.





ON THE PROBLEM OF FURTHER DEVELOPMENT OF BUILDINGS

1) The development of organic shell structures...
 2) In the design of shell structures...
 3) The structure is now a system of...
 4) To make the whole structure by...
 5) A number of reports for a structure...



Diverses notes – Cité de l'Architecture

Remerciements

Nos remerciements vont en premier chef à Maurice Thomas qui nous a généreusement reçus et ouvert ses archives et prêté nombres de documents, maquettes et œuvres.

Nos remerciements vont également à son épouse ainsi qu'à sa fille qui nous ont aidé à sélectionner documents et œuvres, à veiller à leur protection en prévision de leurs transports. Ils s'adressent aussi aux membres du Comité Scientifique qui ont donné plus que leur temps et leur savoir pour que cette exposition puisse voir le jour. Ils se tournent également vers la Cité de l'Architecture et plus particulièrement vers son conservateur David Peyceré.

Le Comité Scientifique s'est réuni au moins 5 fois afin de définir la ligne la plus judicieuse que nous avons suivie sachant le peu de temps et de moyens dont nous disposions. Il fut composé, par ordre alphabétique de : Patrick Céleste – Luc-Régis Gilbert - Pablo Katz – Bertrand Lemoine - Claude Maisonnier – Marc Malinowski - Marc Mimram - Antoine Picon - Paul Quintrand - Martin Robain – Juliette Thomas.

Ils s'adressent également à :

- Louise Vouilloux, en master 2 à l'ENS d'Architecture de Paris-Malaquais (section scénographie) qui s'est plus particulièrement chargée de la réalisation de l'affiche, du dépliant, de la mise en page de ce document et de l'audio-visuel ainsi que d'une bonne part de la réalisation de cette exposition.
- Émilien Pont Roy, architecte-ingénieur de l'agence Marc Mimram qui a réalisé le panorama des photographies des maquettes de RLR réunies à la Cité de l'Architecture.
- Aux étudiants de l'ENS d'Architecture de Marne-la -Vallée auxquels nous devons la réalisation des maquettes ici présentées.
- À Élodie Truc pour l'organisation administrative.

Nos remerciements s'adressent aussi à la mémoire de Jean-Louis Cohen qui avait accepté de se joindre à notre conseil scientifique.

Au sein de l'Académie d'Architecte, qu'elles furent les péripéties de cette exposition ?

La décision de la part du conseil et du bureau d'une exposition sur Robert Le Ricolais remonte à juin 2023. Elle fait suite à un projet qui n'a pu aboutir et qui remonte à 2015, lui-même faisant suite à de nombreuses tentatives de publications de son œuvre. Le fonds ALRG et celui de AA possèdent tout un ensemble d'échanges épistolaires témoignant de ces péripéties :

- o R. Auzelle à Daniel Schodek (9 novembre 1979) il y est question de la traduction et de la publication d'un ouvrage sur RLR ;
- o Copie d'une lettre en date du 29 juillet 1980 de Daniel L. Schodek , professeur à Harvard, à Robert Auzelle, président de l'AA, demandant à ce que soit publié le manuscrit de Lech Tomaszewski et de lui-même sur l'œuvre de RLR.
- o Copie d'une lettre de Pierre Forestier en date du 29 avril 1980 adressée à Gilbert Dumas (Directeur de l'Académie) – copie Peter McCleary.
- o Note en date du 17 mars 1980 où parmi d'autres informations on apprend l'aventure des maquettes de l'université de Pennsylvanie qui aurait accepté d'en faire don à l'Ecole des Beaux-Arts.
- o Autre lettre de Forestier à McCleary au sujet de la publication prochaine de son ouvrage sur RLR et lui demandant qu'il le soit en anglais et en français.

Les expositions consacrées à RLR, à notre connaissance et outre celle de 1965 au Grand Palais sont :

- *Le Ricolais: espace, mouvement et structures*, Nantes, Musée des beaux-arts, juill.-sept. 1968.
- À Philadelphie, 22 janvier – 16 février 1996, *Robert Le Ricolais – Visions and paradox*, réalisée par Peter McCleary du Département d'Architecture de l'Université de Pennsylvanie. Exposition de maquettes avant leur itinérance à Londres, Lausanne et Madrid avec un catalogue de 28 pages.
- À Madrid, en 1997, intitulée *ROBERT LE RICOLAIS visiones y Paradojas – Visions and Paradox* - édit. Fundacion cultural COAM, colegio oficial de arquitectos de Madrid - Aera Cultura. Catalogue par Peter McCleary, en espagnol et anglais, 1997.
- À Lausanne en 1998.

Publications scientifiques

- *Les Tôles composées et leurs applications aux structures métalliques légères*, Article publié au *Bulletin de la Société des ingénieurs civils de France*, n°5-6, 1935.
- *Les tôles composées et leurs applications à la construction aéronautique* (Revue), Paris, Gauthier-Villars, coll. Paris, coll. « L'Aéronautique » (no 201), février 1936 (p. 25).
- *Systèmes réticulés à trois dimensions*, *Annales des Ponts et Chaussées*, (7 août 1940 et 9 août 1941).
- *Structures comparées en deux et trois dimensions*, *Techniques et Architecture* n°9 – 10, 1946, p.418.
- *Charpente tridimensionnelle pour hangars*, *Techniques et Architecture* n°7- 8, 1947, p. 406
- 7^e exposition de l'Habitation : catalogue de l'exposition présentée en fév.-mars 1950 au 19^e Salon des Arts ménagers, Grand Palais à Paris'. Paris, ministère de l'Éducation nationale/Centre national de la Recherche scientifique, 1950.
- *À la recherche d'une mécanique des formes*, Paris : Palais de la découverte, 1966 (Université de Paris. Les Conférences du Palais de la découverte. Série A. 317, 7 juillet 1965).
- *Recherches expérimentales à l'Université de Pennsylvanie*, *Techniques et Architecture* (no 5), juin 1969, p. 56.
- *Recherches structurales, université de Pennsylvanie*, *Techniques et Architecture* (no 294), octobre 1973, p. 48.

Poèmes

- *À toute vapeur*, Cahiers de l'école de Rochefort, éd. René Debresse, 1942 (8 pages).
- *Matières*, Renens : Chabloz, 1964

Et sur Le Ricolais

- Texte d'allocution du président de l'Académie d'architecture à l'occasion de la réception de Robert Le Ricolais et Jean Prouvé, 29 mai 1970.
- Emmerich (David-Georges), *Le Ricolais : dossier de l'Atelier de recherche structurale : histoire de l'ARS*, Paris, UP6, s.d. [vers 1978] (mémoire).
- Mimram (Marc), *Structures et formes : une étude appliquée à l'œuvre de Robert Le Ricolais*, Paris, École nationale des ponts et chaussées, 1978, et Paris, Dunod, 1983 et Bordas, 1993

Fonds

- Bibliothèque Kandinski, centre Georges Pompidou, 75004 Paris. Dessins originaux (procédé Aplex), maquettes réalisées en France avant 1951 (don anonyme -1993) et réalisées en Pennsylvanie (don de American Friends of the Centre Pompidou, 2020) : dessins et notes de travail, 3 dessins et 5 maquettes de charpentes réticulées
- Cité de l'Architecture et du Patrimoine : 3 bld. Ney, 75018 Paris. 3 Tableaux, 5 boîtes Cauchard, plus de 200 clichés de maquettes et 16 volumes de photocopies des manuscrits et publications conservées aux archives de Pennsylvanie, transmis par le prof. Peter McCleary, successeur de Robert Le Ricolais, versé en 1980 à l'IFA. Ainsi qu'au Centre d'archives d'architecture du XX^e siècle : fonds Le Ricolais, 319 AA (dépôt de l'Académie d'architecture).
- Archives d'architecture de l'Université de Pennsylvanie, Philadelphie, USA (voir ci-dessus Cité de l'architecture) : 40 maquettes, notes de calculs et dessins.
- Musée de Nantes, collection Robert Le Ricolais. Une vingtaine d'aéroglyphes et peintures, format Raisin, intitulés « Sans titre » ou « Composition », dates de réalisation s'échelonnant de 1937 à 1948.
- Bibliothèque municipale de Nantes : Lettres de Robert Le Ricolais à René-Louis Cadou (instituteur et poète) de 1941 à 1950.
- Collections privées dont celle de Maurice Thomas, prêteur.
- En 2009, le département de technologie de la Carleton University Fall a produit un petit film sur le montage d'une maquette APLEX :
<https://www.youtube.com/watch?v=tivGsSpotjc>
- Les écoles ENSA d'Architecture ont respectivement développé des projets de réalisation de maquettes par les étudiants, à Val-de Seine sous la direction de Edouard Gardebois et Gilles Antoine Langlois, à Marne-la-Vallée sous la direction de Marc Mimram.

