

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
UNIVERSITAS STUDIORUM ZAGRABIENSIS  
UNIVERSITE DE ZAGREB**

**Jacques FRIEDEL**

**DOCTOR HONORIS CAUSA**



Zagreb, 27. ožujka 2008.

*Zagreb, le 27 mars 2008*



## Jacques FRIEDEL

Rođen 11. veljače 1921. u Parizu

*Né le 11 février 1921 à Paris*

**DODJELA POČASNOG DOKTORATA SVEUČILIŠTA U ZAGREBU  
(DOCTOR HONORIS CAUSA)  
Jacques FRIEDEL**

---

**27. ožujka 2008 .u auli Sveučilišta u Zagrebu, Trg maršala Tita 14  
27 2008 dans la sale d'honneur – Aula Magna de l'Université de Zagreb, Trg maršala Tita 14**

**P R O G R A M  
P R O G R A M M E**

*George Frideric Händel: Canticorum Iubilo*



**Uvodno slovo**

Prof. dr. sc. Aleksa Bjeliš  
Rektor Sveučilišta u Zagrebu

**Elocution d'introduction**

prof. dr. sc. Aleksa Bjeliš,  
recteur de l'Université de Zagreb



*Franjo Krežma: Scherzino*



**Govor promotora**

Akademik Slaven Barišić

**Discours du promoteur**

académicien Slaven Barišić



*Jules Massenet: Méditation de „Thaïs“*



**Proглаšenje počasnim doktorom  
i uručenje diplome**

**Proclamation du titre de docteur honorifique  
et remise du diplôme**



**Zahvala**

Akademik Jacques Friedel



**Remerciements**

académicien Jacques Friedel

*Gaudeamus igitur*

---

*Muzička akademija Sveučilišta u Zagrebu/ Académie de Musique de l'Université de Zagreb:  
Marin Maras, violina, student II. godine u klasi prof. Leonida Sorokowa*

*/Marin Maras, violon, étudiant en 2<sup>e</sup> année dans la classe du prof. Leonid Sorokowa*

*Renata Hil, prof., glasovirska pratnja/ Renata Hil, prof., accompagnatrice de piano*

*œ*

*Komorni zbor/Chœur de chambre*

*Dirigentica: doc. Jasenka Ostojić-Radiković/Chef de chœur Jasenka Ostojić-Radiković*

---

**UVODNO SLOVO**  
**prof. dr. sc. Alekse Bjeliša,**  
**rektora Sveučilišta u Zagrebu**

Poštovani gospodine Jacques Friedel,

Dozvolite da Vam, otvarajući ovu svečanu sjednicu Sveučilišta u Zagrebu, zaželim srdačnu dobrodošlicu u ime Senata i u svoje osobno ime. Posebna mi je čast i radost što Vas danas imamo priliku ugostiti i pozdraviti kao jednog od najistaknutijih svjetskih znanstvenika i osvjedočenog dugogodišnjeg prijatelja našeg Sveučilišta.

Uvažene ekscelencije i uzvanici,  
poštovane gospođe i gospodo,  
kolegice i kolege,

Okupili smo se danas kako bismo proveli odluku Senata donesenu na 4. sjednici Senata u 326. godini Sveučilišta, održanoj 19. siječnja 1995. godine, i promovirali gospodina Jacquesa Friedela u počasnog doktora - *doctor honoris causa* - našeg Sveučilišta.

Za mene je izuzetna povlastica i ugodna obveza prvi se, kao sadašnji rektor, osvrnuti na djelovanje našeg laureata, posebno na njegov doprinos u razvoju moderne fizike kondenzirane materije na našem Sveučilištu i u Hrvatskoj uopće. Može se reći kako je upravo profesor Friedel inicirao taj razvoj i ustrajno ga potpomagao i pratio kroz, sada već više, od četiri desetljeća. O tome mogu najbolje svjedočiti brojni njegovi učenici, učenici njegovih učenika te naši doktorandi i gosti istraživači na *Laboratoire de Physique des Solides d'Orsay* koji je pod vodstvom profesora Friedela izrastao u jedno od vodećih svjetskih istraživačkih središta za ovu granu fizike. Zsigurno će se profesor Barišić kasnije podrobnije osvrnuti na ovu ulogu našeg laureata. „Doći do Friedela“, „razgovarati s Friedelom“ (nadam se dragi profesore da mi nećete zamjeriti na žargonu koji smo svi godinama koristili), za sve je nas od Zagreba do Pariza, i od Sjedinjenih Država do Japana, značilo isto: doći do spoznajne fronte i možda joj doprinijeti.

Ovakva Friedelova uloga bila je situirana u širi okvir, jednako aktualan danas kao i prije pedesetak godina, kada je u poslijeratnom razdoblju trebalo obnoviti francuske, i šire europske, znanstvene potencijale i učiniti ih konkurentnim i pokretačkim na općem planu. Moglo bi se reći kako je Friedelov koncept kombinacija čuvanja tradicionalnih akademskih istraživačkih sloboda, unutar sveučilišnih institucija ili uz njih, i otvaranja mogućnosti realizacije fundamentalnih istraživačkih rezultata u širokom spektru tehnoloških primjena. Pri tome je trebalo znati izbjeći zamke dominacije jednog na račun drugog, naći ravnotežu između stvaralačke slobode i svrhovitosti. Za to je pak bilo potrebno duboko razumijevanje aktualnog šireg društvenog okvira, i situiranje istraživačkih sadržaja i metodologija u sveobuhvatni humanističko-kulturološki kontekst Francuske, Europe i svijeta.

Obrazovan i formiran u skladu s vrhunskom i elitnom francuskom znanstvenom i edukativnom i studijskom tradicijom, naš ju je laureat nastavio i obogatio, neprestano pokazujući kako se upravo tako na najbolji način gradi ono za što u posljednje vrijeme koristimo termin „*europski istraživački prostor*“, kao istodobna posebnost i integralni dio globalne scene. Dobro se na ovom mjestu prisjetiti njegovog davnog upozorenja o „*istraživačkim pustinjama*“ u europskom prostoru, što bi u današnjim dilemama odgovaralo zalaganju za očuvanje i razvoj mozaika raznolikosti na cijelom kontinentu, kao alternativni opciji jake koncentracije i izrazite dominacije istraživačkih kapaciteta u uskom pojasu sjeverozapadne Europe.

Hrvatska zasigurno ne želi biti znanstvenom pustinjom. Dapače, u pojedinim istraživačkim domenama ona jest dio europskog i globalnog mozaika. Stoga izražavam zahvalnost profesoru Friedelu na velikom doprinosu u razvoju jedne takve domene, hrvatske fizike kondenzirane materije, „*jednog od rijetkih svjetala u mraku jugoistočne i istočne Europe*“, kako ju se prepoznavalo u vrijeme podijeljene Europe.

Ipak, ovo obraćanje neću zaključiti zahvalom već pozivom.

Prolazimo kroz razdoblje koje ponovno treba razumjeti da bi se moglo doći do pouzdanih odgovora, kako strateških tako i onih vezanih uz svakodnevne preokupacije. Sveučilišta su se omasovila, od istraživanja se sve više očekuje utilitarnost, manje bogatim, posebno malim, zemljama sve se teže održati u sve žešćem globalnom nadmetanju. Kako u novim okolnostima zadržati elitnost

sveučilišnih studija, kako osigurati dovoljan prostor istraživačkoj slobodi i imaginaciji, kako ne devastirati globalni istraživački, pa time i intelektualni i kulturološki, pejzaž?

Potrebna je staloženost i mudrost tradicije, sposobnost prepoznavanja bitnog u moru prolaznog i efemernog, odrješitost u traženju novih rješenja, moralni integritet u borbi za njih. Sve smo to godinama pronalazili kod Vas uvaženi profesore. Stoga uzimam slobodu pozvati Vas na još jednu kritičku analizu. Ne dvojeći da ćete nam i ovaj puta znati uputiti ključne poruke, s nestrpljenjem očekujemo Vašu riječ nakon što obavimo časnu zadaću Vaše inauguracije u počasnog doktora Sveučilišta u Zagrebu.

Prije nego što pristupimo tom svečanom činu, zadovoljstvo mi je zamoliti našeg uvaženog profesora, akademika Slavena Barišića, da nas, upozna s izvješćem senatskog povjerenstva za dodjelu počasnog doktorata Jacquesu Friedelu, i tako nas približi osobi i dijelu našeg laureata.

**DISCOURS D'OUVERTURE**  
**du professeur Aleksa Bjeliš,**  
**président de l'Université**

Cher monsieur Jacques Friedel,

Permettez-moi de vous souhaiter chaleureusement la bienvenue au nom du Sénat et en mon nom, en cette séance solennelle de l'Université de Zagreb. C'est pour moi un grand honneur et une joie que nous ayons aujourd'hui l'opportunité de vous accueillir et de vous saluer, vous qui êtes un des scientifiques mondiaux les plus distingués et un ami affirmé de longue date de notre Université.

Vos excellences et invités d'honneur,  
Mesdames et messieurs,  
Chers collègues,

Nous sommes rassemblés aujourd'hui afin de réaliser la décision du Sénat du 19 janvier 1995, prise pendant la 4<sup>e</sup> session de la 326<sup>e</sup> année universitaire, et de décerner à monsieur Jacques Friedel le titre de *docteur honoris causa* de notre Université.

Président en fonction de l'Université, j'ai le privilège et l'agréable devoir d'évoquer le premier l'œuvre de notre lauréat, et notamment sa contribution au développement de la physique moderne des matériaux condensés dans notre Université et plus généralement en Croatie. Nous devons reconnaître que c'est bien le professeur Friedel qui est à l'origine de ce développement qu'il a continuellement assisté et suivi pendant voici plus de quatre décennies. Ses nombreux étudiants en témoignent le mieux ainsi que les étudiants de ses étudiants, nos doctorants et chercheurs invités au *Laboratoire de Physique des Solides d'Orsay*, qui a grandi sous sa direction pour devenir un des centres de recherche les plus importants du monde dans cette branche de la physique. Mais tout à l'heure, le professeur Barišić abordera certainement plus en détail ce rôle de notre lauréat. „*Parvenir jusqu'à Friedel*“, „*discuter avec Friedel*“ (j'espère, cher professeur, que vous ne m'en voudrait pas de ce jargon que nous avons tous employé pendant des années) équivalait dans l'esprit de tous, de Zagreb à Paris, des Etats-Unis au Japon - à accéder aux connaissances de pointe et peut-être y contribuer.

Ce rôle de Friedel se situait dans un contexte plus large, tout aussi actuel aujourd'hui qu'il y a cinquante ans quand, dans l'après-guerre, il a fallu renouveler le potentiel scientifique français et plus largement, européen, le rendre concurrentiel et stimulant sur le plan général. Le concept de Friedel peut être décrit comme une combinaison du maintien de la traditionnelle liberté académique de la recherche au sein des institutions universitaires ou à leurs côtés, et de la création de possibilités d'utilisation des résultats de la recherche fondamentale à travers le large spectre des applications technologiques. Dans cette optique, il a fallu savoir éviter les écueils de la domination de l'un au détriment de l'autre, trouver un équilibre entre la liberté créatrice et l'application pratique. Cela a nécessité une compréhension profonde du cadre social ambiant, pris au sens large du terme, et l'intégration des réalisations et de la méthodologie scientifiques au vaste contexte humaniste et culturel de la France, de l'Europe et du monde.

Eduqué et formé dans la brillante tradition d'éducation, d'enseignement et de formation scientifique de l'élite française, notre lauréat l'a poursuivie et enrichie, ne cessant de montrer que c'est bien le meilleur moyen de construire «*l'espace européen de recherche*» - selon la terminologie récente - ou partie à la fois spécifique et intégrée à la scène globale. Il convient de se rappeler ici son avertissement de jadis sur les «*déserts de la recherche*» dans l'espace européen qui, dans nos dilemmes actuels, équivaldrait à défendre la préservation et le développement de la mosaïque de la diversité du continent, à titre d'alternative à la forte concentration et à la domination évidente des capacités de recherche dans la zone étroite de l'Europe du nord occidentale.

La Croatie ne veut certes pas être un désert scientifique. Du reste, dans certains domaines de la recherche, elle fait vraiment partie de la mosaïque européenne et globale. J'exprime aussi toute notre reconnaissance au professeur Friedel pour son appréciable contribution au développement de l'un de ces domaines, la physique croate des matériaux condensés, «*l'une des rares lumières dans les ténèbres de l'Europe sud orientale et orientale*», telle qu'elle était perçue du temps de l'Europe divisée.

Néanmoins, je ne terminerai pas cette élocution par des remerciements mais par une invitation.

Nous traversons une période qui demande à nouveau d'être comprise afin de pouvoir discerner les réponses adéquates du point

de vue stratégique comme des préoccupations quotidiennes. Les Universités sont devenues massives, la tendance grandissante est d'attendre de la recherche qu'elle soit utilitaire, et les pays moins riches, surtout petits, ont des difficultés croissantes à se maintenir dans une compétition globale de plus en plus ardue. Dans ces conditions, comment serait-il possible de sauvegarder l'élitisme des études universitaires, d'assurer un espace suffisant à la liberté et à l'imagination de la recherche sans dévaster le paysage scientifique et par là même, intellectuel et culturel?

Il faut faire appel à la sérénité et à la sagesse de la tradition, à la capacité de reconnaître l'essentiel dans l'océan du temporaire et de l'éphémère, à la persévérance dans la quête de solutions nouvelles et à une intégrité morale dans la lutte en leur nom. Pendant des années, nous avons pu trouver tout cela auprès de vous, illustre professeur. Cela me conduit à prendre la liberté de vous inviter à une nouvelle analyse critique. Ne doutant pas que cette fois aussi vous saurez nous transmettre des messages primordiaux, c'est avec impatience que nous attendons le message que vous nous adresserez quand nous aurons achevé la tâche honorable de vous décerner le titre de docteur honoris causa de l'Université de Zagreb. Avant de passer à cet acte solennel, j'ai le plaisir d'inviter notre distingué professeur et membre de l'Académie, Slaven Barišić, à nous rendre compte du rapport de la commission d'appréciation du sénat pour l'attribution du doctorat *honoris causa* à Jacques Friedel, ce qui nous rapprochera de la personne et de l'œuvre de notre lauréat.

## **SENATU SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

Povjerenstvo za ocjenu prijedloga Senata Sveučilišta u Zagrebu za podjelu počasnog doktorata JACQUESA FRIEDELA, predsjednika Académie Française i profesora Université Paris Sud, imenovano na temelju zaključka Senata Sveučilišta u Zagrebu, odlukom rektora 1. prosinca 1994. godine, u sastavu: akademik Slaven Barišić, redovni profesor Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, predsjednik; prof.dr.sc. Božidar Liščić, redovni profesor Fakulteta strojarstva i brodogradnje Sveučilišta u Zagrebu; prof.dr.sc. Hrvoje Babić, redovni profesor Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu; akademik Stjepan Šćavničar, redovni profesor Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu; akademik Vladimir Paar, redovni profesor Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, kao članovi povjerenstva podnose zajedničko

### **I Z V J E Š Ć E**

#### **Podaci o životopisu, javnom i znanstvenom radu Jacquesa Friedela**

**Jacques Friedel**, dosadašnji predsjednik Akademije znanosti i čitavog Instituta Francuske, rođen je 1921. g. u Parizu, kao izdanak ugledne alzaške obitelji, koja je bila snažno povezana s tamošnjom industrijom, a ujedno se intenzivno bavila znanošću. I djed i otac Jacquesa Friedela su u svijetu znanosti poznati kao nosioci ključnih doprinosa u razvitku moderne kristalografije i mineralogije. Zanimljivo je da su se već u to vrijeme obojica istakla istraživanjima svojstava tekućih kristala, čije su primjene danas toliko raširene da za njih zna svako dijete koje gleda na digitalni sat. Takvo industrijsko i znanstveno usmjerenje obitelji uravnotežile su međutim izvanredno bogate literarne i umjetničke tradicije s majčine i bakine strane. Stoga je i Jacques Friedel u početku oscilirao između humanističkog i prirodo-znanstvenog usmjerenja, a i kada se opredijelio za ovo potonje, nikada nije izgubio ni interes, ni razumijevanje za svaku ljudsku djelatnost, posebno kada je donosila nešto stvarno novo. Zato, kada je i sam počeo poučavati, od Jacquesa Friedela se nije učila samo prekrasna fizika, nego se prenosio i čitav stil života. Njegovo znanje bilo je široko, duboko i precizno, ali bez ikakvog robovanja uvriježenim vrijednostima. No uz

to je upravo odiseo intelektualnim poštenjem i skromnošću. Njegov znanstveni sud bio je oštar, ali je način na koji ga je izricao bio koliko god je to moguće blag i ugodan. Svakog svog suradnika ili studenta je cijenio ne onda kada je dao idealni maksimum, nego kada je dao svoj maksimum. Zato je svakome tražio mjesto gdje su mu vlastite kvalitete najbolje mogle doći do izražaja, vjerujući da u svakome postoji njegova, drugačija, iskra i da je prava vatra sazdana upravo od takvih iskara.

Svoje formalno srednješkolsko obrazovanje Jacques Friedel je završio 1939. g. u Parizu polaganjem mature iz prirodnih znanosti i iz književnosti (francuski, latinski, grčki, njemački, povijest i filozofija). Prestižnu Politehniku, izvrsnu u nastavi matematike, završio je 1946. g. nakon što je kratko sudjelovao u završnici rata, kao vozač tenka. Budući da je bio jedan od najboljih politehničara primljen je u elitnu Školu rudarstva, gdje je naučio mnogo što o tehnici i metalurgiji, ali i o kemiji, geologiji i kristalografiji. No ni Politehnika ni Škola rudarstva nisu mu pružile osnove kakve je želio steći kroz studij fizike, pa se 1948. g. upisao na Sorbonnu. Tada su tu postojala samo dva kursa moderne fizike, no onaj iz kvantne fizike pokazao se netočan, a onaj iz statističke fizike dosadan. Stoga je, čim je završio studij, prešao u Bristol, kod budućeg nobelovca Nevilla Motta, da tamo izradi svoj doktorat o fizičkoj pozadini metalurških svojstava, kojima se počeo zanimati od mladosti. Njegov već spomenuti smisao za znanstvenu pragmu tada se još više produbio u doticaju s na engleski način praktičnim pristupom kvantnoj fizici. 1952/3. g. doktorirao je u Bristolu i u Parizu, na elektronskoj strukturi nečistoća u metalima.

Vrativši se u Francusku Jacques Friedel je započeo s intenzivnom nastavnom, znanstvenom i organizacijskom djelatnošću, kako bi svojoj zemlji omogućio da u fizici čvrstog stanja, kao nužnoj pozadini gotovo svih visokih tehnologija, dostigne tada razvijenije SAD i V. Britaniju. Obzirom na svoje porijeklo i iskustvo i sam se brinuo za uspostavljanje čvrstih veza između industrije i znanosti, između osnovnih teorijskih i eksperimentalnih istraživanja te razvoja visokih tehnologija, ne zaboravljajući pri tome na ključnu ulogu visokog obrazovanja.

Znanstvena je djelatnost Jacquesa Friedela tako bogata da se ovdje o njoj mogu dati tek osnovne naznake. Pokriva naime preko dvije stotine objavljenih znanstvenih radova, a odnosi se na vrlo različite probleme u fizici čvrstog stanja. Jacques Friedel se ipak najviše bavio elektronskom strukturom krutih tvari. Svjetski glasovito je

Friedelovo pravilo zasjenjenja nečistoća u metalima elektronskim nabojem, koji pri tome izvodi Friedelove oscilacije. Nebrojena su kohezivna, mehanička i vodljiva svojstva metala objašnjena na temelju tog osnovnog načela. Oscilacije slične spomenutim oscilacijama naboja javljaju se i u raspodjeli spina kada su atomi magnetski, istakao je zatim Jacques Friedel, što je posebno zanimljivo za razumijevanje vodljivosti metala rijetkih zemalja. Ogromna je i uloga Jacquesa Friedela u razumijevanju fizike prijelaznih metala. Rano je shvatio da aproksimacija čvrste veze, tada vrlo nepopularna u SAD i V. Britaniji, pametno upotrijebljena, izvrsno opisuje tu vrlo važnu klasu materijala. Početna nezainteresiranost svjetske znanstvene zajednice za njegov pristup omogućila je Jacquesu Friedelu i suradnicima da u miru obrade mehanička, magnetska, vodljiva i supravodička svojstva tih materijala. Aproksimacija čvrste veze danas se primjenjuje bez rasprave i s posebnim uspjehom i na ponašanje anizotropnih elektronskih svojstava niskodimenzionalnih vodiča, kao što su legure  $V_3Si$  tipa, lanci platine i plave bronce, organski metali i supravodljivi oksidi, a jednako je prikladna i za promatranje malih agregata atoma prijelaznih metala. Konačno, Jacques Friedel je uvijek zadržao interes za svoje znanstvene početke u metalurgiji, posebno kroz doprinose teoriji dislokacija u kristalima i tekućim kristalima, ovo posljednje u skladu sa već spomenutom obiteljskom tradicijom. Svoja razmatranja u tim područjima uspješno je proširio na studije ponašanja rešetki magnetskog toka u supravodičima i na gibanje valova naboja u anizotropnim vodičima.

Pored učiteljske i znanstvene djelatnosti Jacques Friedel je veliki dio svoje energije trošio i na rješavanje organizacijskih problema kako je opisao u svojoj nedavno objavljenoj autobiografiji s naslovom «Mandarinsko sjeme». U tome je imao uspjeha zahvaljujući dinamičnoj općoj i razvojnoj politici zemlje, iako je bilo i teškoća i nerazumijevanja na svim razinama, uključujući i konzervativne i elitističke znanstvene krugove. Ključnu ulogu u razvitku moderne fizike čvrstog stanja u Francuskoj odigrao je Friedelov laboratorij u Orsayu kod Pariza, čija je glavna snaga bila stalna povratna veza između teorijske i eksperimentalne fizike. To je rezultiralo ogromnim brojem važnih rezultata, za Francusku novim kriterijima uspješnosti, i kadrovima koji su ušli u sve pore francuske visoko-tehnološke industrije. Tako se Francuska brzo svrstala u krug visoko-razvijenih zemalja svijeta, a u nekim područjima izbila na čelo.

Izraženu ljubav prema vlastitoj zemlji Jacques Friedel je popratio razumijevanjem za probleme ostalih, pogotovo malih zemalja s

teškoćama u razvoju, sličnim onima, koje je u početku imala i Francuska. Fizičarima iz drugih zemalja, koji su bili česti gosti i članovi njegovog laboratorija bilo je dostupno sve znanje i umješnost kojima je raspolagao. Tako su se stvorile i jake znanstvene veze između Hrvatske i Francuske. Na primjer, s njim ili u njegovom krugu doktoriralo je pet zagrebačkih fizičara čvrstog stanja, što je pomoglo da ta grana fizike u Zagrebu stekne punu svjetsku vrijednost.

Jacques Friedel je nosilac brojnih priznanja, nagrada, odlikovanja, počasnih i savjetničkih zvanja, ali je s vidljivim emocijama i iskrenim oduševljenjem prihvatio prijedlog da mu Sveučilište u Zagrebu dodijeli doktorat honoris causa. Posebna nam je dakle čast i dugogodišnja želja, koja nam se eto sad ispunjava, da takav znanstvenik i takav gospodin ulazi u krug doktora našeg Sveučilišta.

### **Mišljenje i prijedlog**

Uzevši u obzir spomenute bitne doprinose Jacquesa Friedela razvitku znanosti i tehnologije na svjetskoj razini, njegovo bogato nastavno i organizacijsko djelovanje, njegovu pomoć i dugogodišnju brigu za razvitak hrvatske znanosti i visokoškolskog obrazovanja, te njegove izuzetne ljudske kvalitete, Povjerenstvo predlaže Senatu Sveučilišta u Zagrebu da se Jacquesu Friedelu dodijeli počasni doktorat znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

U Zagrebu, 10. prosinca 1995.

*Predsjednik Povjerenstva:*  
Akademik Slaven Barišić

*Članovi Povjerenstva:*  
Prof. dr. sc. Hrvoje Babić  
Prof. dr. sc. Božidar Liščić  
Akademik Vladimir Paar  
Akademik Stjepan Šćavničar

## **AU SENAT DE L'UNIVERSITE DE ZAGREB**

La Commission d'appréciation du projet du Sénat de l'Université de Zagreb de décerner un doctorat *honoris causa* à **JACQUES FRIEDEL**, président de l'Académie des Sciences de l'Institut de France et professeur à l'Université de Paris-Sud, commission nommée le 1<sup>er</sup> décembre 1994 sur décision du président de l'Université de Zagreb conformément aux conclusions du Sénat, et composée de Slaven Barišić, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Zagreb et membre de l'Académie croate – président - et de Božidar Liščić, professeur à la Faculté d'Ingénierie mécanique et de construction navale de l'Université de Zagreb, de Hrvoje Babić, professeur à la Faculté d'Electrotechnique et d'informatique de l'Université de Zagreb, de Stjepan Šćavničar, professeur à la Faculté des Sciences de l'Université de Zagreb et membre de l'Académie croate, de Vladimir Paar, professeur à la Faculté de Sciences de l'Université de Zagreb et membre de l'Académie croate, adopte à l'unanimité le présent

### **RAPORT D'APPRECIATION**

#### **Éléments biographiques et œuvre publique et scientifique de Jacques Friedel**

**Jacques Friedel**, président sortant de l'Académie des Sciences de l'Institut de France, est né à Paris en 1921, dans une famille alsacienne respectable, fortement liée à l'industrie locale tout en se livrant à une intense activité scientifique. Un arrière-grand-père, un grand-père et le père de Jacques Friedel sont connus du milieu scientifique par leur contribution fondamentale au développement de la cristallographie et de la minéralogie modernes. Il est intéressant de noter que ses deux derniers se sont distingués en leur temps par des recherches sur les propriétés des cristaux liquides dont les applications sont encore si répandues que tout enfant qui regarde sa montre digitale en observe une. Cette orientation industrielle et scientifique de la famille Friedel était équilibrée par une tradition littéraire et artistique exceptionnellement riche du côté maternel et grand maternel. Aussi Jacques Friedel a-t-il commencé par osciller entre les orientations humaniste et scientifique pour, après avoir opté pour cette dernière, ne jamais perdre de l'intérêt ou de la compréhension pour toute activité humaine, surtout lorsqu'elle apportait quelque chose de réellement nouveau. Ainsi, quand Jacques Friedel s'est mis à enseigner, ses cours n'ont pas seulement transmis une physique admirable mais également tout un style de vie. Son savoir était vaste, profond et précis, mais sans asservissement aux valeurs établies. Il rayonnait en outre d'honnêteté intellectuelle et de modestie. Son jugement scientifique

était sévère, mais il l'exprimait d'une manière aussi douce et agréable que possible. Il appréciait chaque collaborateur ou étudiant, non en fonction d'un maximum idéal, mais de l'apport individuel maximal. C'est ainsi qu'il recherchait pour chacun la place précise où ses qualités propres pourraient le mieux se manifester, persuadé que chaque personne possède une étincelle particulière, unique, et qu'un bon feu se développe justement à partir de ces étincelles.

Jacques Friedel termina sa formation secondaire en 1939, à Paris, en passant les baccalauréats de sciences expérimentales et littéraire (français, latin, grec, allemand, histoire et philosophie). Il acheva en 1946 la prestigieuse Ecole polytechnique, qui excelle par son enseignement des mathématiques, après avoir brièvement participé à la fin de la guerre, servant comme chauffeur dans un char d'assaut. Devenu un des plus brillants polytechniciens, il fut reçu à l'élitaire Ecole des mines, où il apprit beaucoup sur la technique et la métallurgie mais également sur la chimie, la géologie et la cristallographie. Mais ni Polytechnique ni l'Ecole des mines ne lui fournirent les bases qu'il décida d'acquérir à travers des études de physique, de sorte qu'il s'inscrivit en 1948 à la Sorbonne. Mais à l'époque, il n'existait là que deux cours de physique moderne, dont l'un, de physique quantique, s'est avéré incomplet, et l'autre, de physique statistique, ennuyeux. Aussi, dès la fin de ses études, il partit pour Bristol, auprès du futur Prix Nobel Nevill Mott, afin d'y faire sa thèse de doctorat consacrée aux fondements physiques des propriétés métallurgiques, thème qui l'intéressait depuis sa jeunesse. Son sens, déjà évoqué, du pragmatisme scientifique s'est encore approfondi au contact de l'approche pratique anglaise de la physique quantique. Il soutint sa thèse de doctorat sur la structure électronique des impuretés des métaux en 1952/53, à Bristol et à Paris.

De retour en France, Jacques Friedel s'engagea dans une intense activité d'enseignement, de recherche scientifique et d'organisation, afin de permettre à son pays de parvenir en physique des solides - base indispensable à toute technologie de pointe - au niveau élevé déjà atteint par les Etats-Unis et la Grande-Bretagne. Compte tenu de ses origines et de son expérience, il se chargea de mettre en place de forts liens entre l'industrie et la science ainsi qu'entre les théories fondamentales, les recherches expérimentales et le développement des hautes technologies, sans oublier, ce faisant, le rôle essentiel de l'enseignement supérieur.

L'activité scientifique de Jacques Friedel est si riche qu'il n'est possible ici que de l'esquisser. Elle couvre en effet plus de deux cents publications scientifiques qui abordent des aspects très divers de la

physique des solides. Jacques Friedel s'est toutefois surtout attaché à résoudre la structure électronique des solides. La "règle de Friedel", mondialement connue, décrit l'écrantage des impuretés des métaux par charge électronique, qui engendre les "oscillations de Friedel". Les propriétés innombrables – cohésives, mécaniques et conductrices – des métaux sont expliquées grâce à ce principe fondamental. Des oscillations semblables à celle de charge mentionnée, apparaissent aussi dans la distribution de spin lorsque les atomes sont magnétiques, souligna par la suite Jacques Friedel, ce qui est particulièrement intéressant pour la compréhension de la conduction des métaux de terres rares. Le rôle de Jacques Friedel est également énorme dans la compréhension de la physique des métaux de transition. Il comprit très tôt que, bien employée, l'approximation des liaisons fortes – très impopulaire à l'époque aux Etats-Unis et en Grande Bretagne – décrivait parfaitement cette classe importante de matériaux. Le manque d'intérêt initial de la communauté scientifique internationale pour son approche a permis à Jacques Friedel et à ses collaborateurs d'élaborer en toute tranquillité, les propriétés mécaniques, magnétiques, conductrices et supraconductrices de ces matériaux. L'approximation des liaisons fortes s'applique désormais sans réserve et avec un succès notable au comportement des propriétés électroniques anisotropes des conducteurs de basse dimensionnalité, tels les alliages de type  $V_3Si$ , les chaînes de platine et les bronzes bleus, les métaux organiques et les oxydes supraconducteurs. Elle est également très appropriée pour étudier les petits agrégats d'atomes des métaux de transition. Notons finalement que Jacques Friedel a toujours conservé un intérêt pour ses débuts scientifiques en métallurgie, légitimé par sa contribution à la théorie des dislocations des cristaux et des cristaux liquides, ces derniers étant dans sa tradition familiale. Il a étendu avec succès ces études au comportement des réseaux de vortex magnétiques dans les supraconducteurs et au mouvement des ondes de charge dans les conducteurs anisotropes.

En plus de ses cours et activités scientifiques, Jacques Friedel a dépensé une grande partie de son énergie à résoudre des questions d'organisation, ce qu'il a décrit dans sa récente autobiographie publiée sous le titre de « Graine de Mandarin ». Son succès fut rendu possible par la politique générale de développement dynamique du pays, malgré des difficultés et une certaine incompréhension qui subsistait à tous niveaux, y compris dans les cercles scientifiques, conservateurs ou élitistes. Le laboratoire de Friedel à Orsay, près de Paris, joua un rôle clé dans le développement de la physique moderne des solides en France, dont la force principale résidait dans une alliance permanente des physiques théorique et expérimentale. Il en a résulté un nombre imposant de résultats majeurs et, pour la France, de nouveaux critères de succès ainsi que des cadres nombreux vite absorbés par tous les

pores de l'industrie de haute technologie française. La France a ainsi rejoint rapidement le cercle des pays hautement développés où, dans certains domaines, elle y a pris la première place.

L'attachement profond de Jacques Friedel à la France s'est accompagné d'une compréhension pour les problèmes des autres, notamment des petits pays ayant des difficultés de développement semblables à celles qu'avait eues la France au début. Les physiciens d'autres pays, qui étaient souvent des invités ou des membres de son laboratoire, avaient à leur disposition tout le savoir et l'art qu'il avait acquis. C'est ainsi que se sont créés de forts liens scientifiques entre la Croatie et la France. Cinq physiciens de Zagreb ont, par exemple, fait leurs thèses de doctorat en physique des solides auprès de lui ou dans son entourage, ce qui contribua à faire progresser cette branche de la physique à Zagreb jusqu'au niveau mondial.

Certes, Jacques Friedel a déjà reçu de nombreux prix, récompenses, médailles et titres honorifiques, mais c'est avec une émotion évidente et un sincère enthousiasme qu'il a accueilli l'intention de l'Université de Zagreb de lui décerner un doctorat *honoris causa*. C'est donc pour nous un honneur et un désir de longue date, qui se réalise aujourd'hui, de voir un scientifique d'une telle envergure et un grand monsieur intégrer le cercle des docteurs de notre Université.

### **Avis et proposition**

Prenant en compte ses contributions substantielles au développement de la science et de la technologie mondiales, sa riche activité d'enseignement et d'organisation, l'aide et l'attention que pendant des années il a accordées au développement de la science et de la formation universitaire croates, ainsi que ses qualités humaines exceptionnelles, la Commission invite le Sénat de l'Université de Zagreb à décerner à Jacques Friedel le titre de docteur *honoris causa* de l'Université de Zagreb.

A Zagreb, le 10 octobre 1995

le président de la Commission :

**Slaven Barišić**, membre de l'Académie croate

les membres de la Commission :

**Hrvoje Babić**, professeur d'université

**Božidar Liščić**, professeur d'université

**Vladimir Paar**, membre de l'Académie croate

**Stjepan Šćavničar**, membre de l'Académie croate

REPUBLIKA HRVATSKA  
**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

REKTOR  
**ALEKSA BJELIŠ**  
REDOVITI PROFESOR

I

PROMOTOR  
**SLAVEN BARIŠIĆ**  
AKADEMIK

**PROGLAŠAVAJU**

DA JE SENAT SVEUČILIŠTA U ZAGREBU NA SVOJOJ 4. SJEDNICI U AKADEMSKOJ GODINI 1994./1995. ODRŽANOJ 19. SIJEČNJA 1995., PRIHVAĆAJUĆI IZVJEŠĆE POVJERENSTVA KOJE SU ČINILI: AKADEMIK SLAVEN BARIŠIĆ, PREDSEDNIK, PROF. DR. SC. HRVOJE BABIĆ, PROF. DR. SC. BOŽIDAR LIŠČIĆ, AKADEMIK VLADIMIR PAAR I AKADEMIK STJEPAN ŠČAVNIČAR, ČLANOVI, ODLUČIO DA ISTAKNUTI ZNANSTVENIK U PODRUČJU FIZIKE

**JACQUES FRIEDEL**

STEKNE

**AKADEMSKI NASLOV POČASNOG DOKTORA  
SVEUČILIŠTA U ZAGREBU**

POČASNI DOKTORAT SVEUČILIŠTA U ZAGREBU DODJELJUJE SE AKADEMIKU JACQUESU FRIEDELU, ČLANU ACADÉMIE DES SCIENCES, INSTITUT DE FRANCE, ZA NJEGOVO RAZVITAK ZNANOSTI I TEHNOLOGIJE NA SVJETSKOJ RAZINI, NJEGOVO BOGATO NASTAVNO I ORGANIZACIJSKO DJELOVANJE TE NJEGOVU DUGOGODIŠNJU POMOĆ I BRIGU ZA RAZVITAK HRVATSKE ZNANOSTI I VISOKOŠKOLSKOG OBRAZOVANJA.

U POTVRDU TOGA IZDAJE SE OVA DIPLOMA PROPISNO POTPISANA  
I OVJERENA PEČATOM SVEUČILIŠTA U ZAGREBU.

ZAGREB, 27. OŽUJKA 2008.

BROJ: 48

PROMOTOR

AKADEMIK SLAVEN BARIŠIĆ

REKTOR

PROF. DR. SC. ALEKSA BJELIŠ

RES PUBLICA CROATIA  
**UNIVERSITAS STUDIORUM ZAGRABIENSIS**

RECTOR  
**ALEKSA BJELIŠ**  
PROFESSOR ORDINARIUS

ET

PROMOTOR  
**SLAVEN BARIŠIĆ**  
ACADEMIAE SOCIUS

**PRONUNTIANT**

SENATUM UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS IN CONSESSU QUARTO ANNO ACADEMICO TRECENTESIMO VICESIMO SEXTO, DIE UNDEVICESIMO MENSIS IANUARIJ ANNI MILLESIMI NONGENTESIMI NONAGESIMI QUINTI HABITO, RELATIONEM CONSILII, IN QUO SLAVEN BARIŠIĆ, ACADEMIAE SCIENTIARUM ET ARTIUM CROATICAЕ SOCIUS, PRAESES ET PROFESSOR HRVOJE BABIĆ ET PROFESSOR BOŽIDAR LIŠČIĆ ET VLADIMIR PAAR, EIUSDEM ACADEMIAE SOCIUS ET STJEPAN ŠČAVNIČAR, EIUSDEM ACADEMIAE SOCIUS, MEMBRA FUERUNT, APPROBAVISSE ATQUE DECREVISSE, UT PHYSICAE SCIENTIIS VIRO DOCTISSIMO

**JACQUES FRIEDEL**

**GRADUS DOCTORIS HONORIS CAUSA  
UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS  
CONFERRETUR.**

DOMINUS JACQUES FRIEDEL, SOCIUS *ACADÉMIE DES SCIENCES, INSTITUT DE FRANCE*, GRADU DOCTORIS HONORIS CAUSA UNIVERSITATIS STUDIORUM ZAGRABIENSIS ORNATUR, QUIA SCIENTIAS ET TECHNOLOGIAM INTER NATIONES IN MAIUS PROVEXIT, QUIA INSTITUENDI ET ORDINANDI OPERAM NAVAVIT, QUIA PER MULTOS ANNOS SCIENTIARUM ET ERUDITIONIS UNIVERSITARIAE CROATICAЕ PROGRESSUM SUMMO STUDIO ADIUVIT.

CUIUS REI IN FIDEM HOC DIPLOMA RITE SUBSCRIPTUM  
ET UNIVERSITATIS SIGILLO MUNITUM EDITUM EST.

DATUM ZAGRABIAE, DIE VICESIMO SEPTIMO MENSIS MARTII  
ANNI BIS MILLESIMI OCTAVI.

NUM. XLVIII

PROMOTOR

RECTOR

SLAVEN BARIŠIĆ, ACADEMIAE SOCIUS

PROFESSOR ALEKSA BJELIŠ

## Jacques Friedel: Zahvala

Gospodine Rektore, moj dragi Bjeliš,

duboko sam dirnut ovom svečanošću koja me podsjeća na moju znanstvenu djelatnost kroz dodire sa Zagrebom i sa Slavenom Barišićem.

On je ustvari sudjelovao u dvije od mojih glavnih djelatnosti:

- podučavanje za znanstveni rad, unutar "Diplome produbljenih studija" iz fizike čvrstog stanja, koju smo zajedno osnovali André Guinier i Pierre Aigrain 1995.g., a kasnije nam se pridružio i Pierre Gilles de Gennes. U totalu od više od tisuću budućih istraživača obrazovanih tijekom moje djelatnosti postojao je stalni protok stranaca i među njima Slaven Barišić, sredinom 60-ih godina.
- stvaranje te zatim razvoj, kroz suradnju sa CNRS-om, laboratorija za fiziku čvrstog stanja u Orsayu, prvom sveučilišnom kampusu u Francuskoj izgrađenom izvan grada, gdje su se usporedo izučavale atomske i elektronske strukture materijala.

Teorijski doktorski rad kojeg je sa mnom izradio Slaven Barišić bavio se kvazi-jednodimenzionalnim vodičima, i ponajprije, s Labbéom, jednim drugim doktorandom, metalnim legurama iz obitelji  $V_3Si$ , tadašnjim šampionima visoko-temperaturne supravodljivosti. Slijedili su organski vodiči čije su eksperimentalno izučavanje u Orsayu započeli Robert Comès za atomsku strukturu i Denis Jérôme za elektronsku strukturu. Zavaljujući svom lijepom doktoratu Slaven Barišić je primljen u CNRS, koji je prihvaćao strance od svog osnutka 1939.g. Dobro usađen u Orsayu, on je tamo mogao ostvariti lijepu karijeru. Ali odlučio se vratiti u Zagreb, a ja sam naravno s njim sačuvao kontakte, posjećujući ga u Hrvatskoj.

Tako sam u Zagrebu otkrio grad bogat svoje kulturne prošlosti, živ u svojim znanstvenim kontaktima. Istraživanja kvazi-jednodimenzionalnih vodiča, koji su ušli u svjetsku modu, ovdje su nastavljena i na teorijskom i na eksperimentalnom planu, što je rijetko za jednu malu znanstvenu sredinu. Zagreb je u tom području organizirao konferenciju u Dubrovniku koja je okupila svu tadašnju Gotu područja, Amerikance, Ruse i ostale Europljane. Moja supruga,

Engleskinja, tada je jako zavoljela taj grad i posebno pogled s hotelskog prozora na otok gdje je pristao Richard Lavljeg Srca na svom povratku iz križarskog rata za Sveta mjesta!

Djelatnost laboratorija u Zagrebu nadalje se razvijala, često u područjima susjedskim onima u Orsayu, te se razvila stalna suradnja, s izmjenama istraživača i znanstvenih sastanaka, u koju su se ubrzo uključili i Grenobležani.

Sadašnja vremena nisu u Francuskoj laka, s industrijom u padu, koja se okreće od dugoročnog načina razmišljanja i od sveučilišnog obrazovanja. Ovo je pak podloženo novom promišljanju u funkciji kontradiktornih ili u najbolju ruku komplementarnih potreba obrazovanja mase i elitnog znanstvenog rada.; tu se oštro raspravlja o dva stupa naše znanstvene renesanse poslije 2. svjetskog rata, koji su "Diploma produbljenih studija" i udruživanje sveučilišta sa CNRS-om. S interesom promatram slične razvoje u vašoj lijepoj zemlji. Ali siguran sam da će problemi našeg svijeta u ovom tek rađajućem nam se stoljeću nametnuti dugoročne djelatnosti, gdje će se financijaštvo morati zamijeniti tehnikom i znanošću u svakoj od naših europskih zemalja.

## Remerciements de Jacques Friedel

Monsieur le Président de l'Université, mon cher Bjeliš,

Je suis très touché par cette réception qui me fait penser à mon activité scientifique, au travers de mes contacts avec Zagreb et Slaven Barišić.

Celui-ci a en effet participé à deux de mes activités principales :

- l'enseignement pour la recherche, dans un diplôme d'études approfondies (DEA) en physique des solides, créé en 1955 avec André Guinier et Pierre Aigrain, rejoints après par Pierre Gilles de Gennes. Avec au total plus d'un millier de futurs chercheurs pendant mon temps d'activité, il a eu un flot constant d'étrangers, dont Slaven Barišić au milieu des années 60.
- la création puis le développement par association au CNRS d'un laboratoire de physique des solides à Orsay, dans le premier campus universitaire construit hors ville en France et où les aspects de structures atomiques et électroniques ont été étudiés en parallèle.

La thèse théorique qu'a faite avec moi Slaven Barišić portait sur les conducteurs quasiunidimensionnels, et d'abord, avec Labbé, un autre thésard, sur les composés métalliques de la famille  $V_3Si$ , alors championne des supraconducteurs. Ont suivi les conducteurs organiques dont l'étude expérimentale commençait à Orsay avec Robert Comès pour la structure atomique, et Denis Jérôme pour la structure électronique. Grâce à une belle thèse, Slaven Barišić a été recruté au CNRS, qui accueillait des étrangers depuis sa création en 1939. Bien implanté à Orsay, il aurait pu y faire une belle carrière. Mais il a décidé de revenir à Zagreb, et j'ai naturellement gardé le contact, en allant le voir en Croatie.

J'ai ainsi découvert, avec Zagreb, une ville riche de son passé culturel, et vivante par ses contacts scientifiques. La recherche sur les conducteurs quasiunidimensionnels, devenus à la mode, y a été poursuivie tant du point de vue théorique qu'expérimental, ce qui est remarquable pour une petite communauté scientifique. Zagreb a organisé dans ce domaine une conférence à Dubrovnik qui réunissait le gotha du domaine, Américains, Russes et autres Européens. Ma femme, anglaise, a bien aimé cette vieille ville et surtout la vue, depuis la fenêtre d'hôtel, de l'île où avait abordé Richard Cœur de Lion, à son retour de croisade dans les Lieux Saints!

L'activité du laboratoire à Zagreb s'est développée dans les domaines souvent voisins de ceux à Orsay pour qu'une collaboration durable s'établisse, avec des échanges de chercheurs et des colloques incluant aussi des Grenoblois.

La période actuelle n'est pas facile en France, avec une industrie déclinante et qui se détourne du long terme et des enseignements universitaires qui sont repensés en fonction de besoins contradictoires ou au mieux complémentaires d'une formation de masse et d'une recherche d'élite ; et on y discute fort les deux piliers de notre renaissance scientifique d'après guerre que sont les DEA et l'association au CNRS. J'observe avec intérêt les évolutions analogues de votre beau pays. Mais je suis sûr que les problèmes de notre monde dans ce siècle naissant imposeront des vues et des activités à long terme, où la finance devra être relayée par la technique et la science, dans chacun de nos pays européens.

*Nakladnik*  
Sveučilište u Zagrebu  
**www. unizg.hr**  
e-mail: [press@unizg.hr](mailto:press@unizg.hr)

Zagreb, ožujak 2008.