



**Jacques Angelier**  
**Жак Анжелъе**

Professor, Pierre and Marie Curie University, Paris, France  
Corresponding Member of the Academy of Sciences of France

Профессор университета Пьера и Марии Кюри, Париж  
Член-корреспондент Академии наук Франции

2 March 1947 – 31 January 2010  
2 марта 1947 – 31 января 2010

**Jacques Angelier**

Members of editorial board and readers of «Geodynamic & Tectonophysics» deeply grieve about unlimited death of a member of editorial board the professor Jack Angelier and express the intimate condolence to his family, friends and colleagues.

Jacques Angelier, Geologist by education and Tectonophysicist by his scientific vision, was well known in many countries of the world as a foremost researcher of the Earth's crust deformation, geologically manifested by fractures and faults. He conducted field tectonophysical studies in regions characterized by various geodynamic regimes of development of the continental and oceanic crust, such as the Aegean Sea, the state of California in the North America etc. Based on results of his studies of the Eastern Asia, in particular Taiwan, Jacques Angelier designed a model showing the interaction between the Pacific, Philippine and Eurasian plates. The scope of his scientific interests expanded as he specialized in researching seismic risks. Under his leadership, Active Deformation and Environment Programme for Taiwan (ADEPT), international research programme supported by the National Center for Scientific Research (CNRS) and the National Science Committee, was launched. At Pierre and Marie Curie Uni-

versity (Paris VI), Professor Jacques Angelier headed the Quantitative Tectonic Section. In 2003, he moved to Nice to work for Villefranche-sur-Mer Oceanological Observatory; he was also a professor of the Géosciences Azur University. He delivered high quality educational courses, and young researchers from all over the world were honored to be guided by Jacques Angelier as the research manager.

In his main field of studies, Jacques Angelier focused on tectonic stresses in natural rocks and developed methods for analyses of stresses and strain from data on fault tectonics. This methodology was based on tectonophysical inversion, i.e. definition of stresses from systems of displaced shears, i.e. slickensides, or from data on earthquake focal mechanisms.

As the author of the now well-known method of inversion of data on slickensides, Jacques Angelier initiated establishing a unique school of field tectonophysical researches in France.

His first scientific reports were published in 1975 (Jacques Angelier was 28 years old then) after he had graduated from the St. Claude College and began working as a senior teacher at the University of Orléans. These scientific papers of Jacques Angelier demonstrated his bright and vigorous growth in science. In the first two papers issued in the spring of 1975, he

describes studies of fractures and analysed fracture poles from diagrams based on F. Arthaud's methods. In his next paper published in the late 1975, Jacques Angelier stated a scientific problem of interrelations between fracture movements and the state of stresses, which then became his focus of studies. In 1977 (Jacques Angelier was 30 years old then), jointly with P. Mechler, he co-authored the right dihedral (*des diedres droites*) method. In this pioneering study, they established the rule that axes of main stresses can be reconstructed by summarizing quadrants of compression and extension of earthquake focal mechanisms, if they occurred in the same stress tensor. In 1979, he established a concept for another new methodology of stress analyses based on definition of parameters of stress tensors which satisfy the assertion about minimum angle between tangential stress and slip vector on the fault plane. Thus, by the time he became 32 year old, Jacques Angelier had developed a complete system for reconstruction of orientations of tectonic stress axes from slickenside grooves.

Actually, the period of the late 1960s through the early 1980s was fruitful for tectonophysics. Studies of natural stresses by new methodologies rapidly developed, as evidenced by research results published in the West by of E. Carey, J. Gephart, A. Michael, and R. Lisle, and in the Soviet Union by M.V. Gzovsky, O.I. Gushchenko, V.N. Danilovich, P.N. Nikolaev, V.D. Parfenov, L.M. Rastsvetaeva, L.A. Sim, S.I. Sherman, and S.L. Yung. Publications by Jacques Angelier have always been outstanding – he presented the research results based on accurately and thoroughly processed data with profound reasoning.

From 1981, comprehensive studies were conducted on active deformation, with stress field analyses covering field data on shears, analyses of earthquake focal mechanism and deformations reconstructed from geophysical data, including those obtained at permanent monitoring sites in Taiwan (collision zone) and Island (oceanic spreading zone).

In the past decade, Jacques Angelier focused on assessment of natural risks, especially those related to seismicity, and environment monitoring.

In 1989, Jacques Angelier developed the paleo-stress analysis method and proposed a method for estimation of stresses, using results of experimental studies of rock deformation. His publication provided major guidelines for development of other studies in this field.

Together with his students and followers, Jacques Angelier conducted regional geological studies of deformation conditions of the continental crust and the oceanic crust in Western Europe, Turkey, South Africa, California and other states in the west of the USA, Mexico, Japan, Korea, Russia, Ukraine, Canada, Greenland, Iran, Island, and Taiwan. In Taiwan, he participated and managed many projects of tectonophysical studies in field. He studied stress fields of oceanic crust structures of the Mediterranean and the Pacific Ocean, continental margin areas in France, the Aegean Arc, and the Japan Islands; such studies were focused on various tectonic deformation conditions, including extension, compression, and strike slip.

From 1994, in projects of environment monitoring

projects, he contributed a lot to development of international scientific cooperation and worked jointly with researchers from geological and geophysical institutes in different countries, the Island Meteorological Survey in Reykjavik, the Chinese Academy of Sciences, and the Central Geological Survey in Taipei.

In 2007, Active Deformation and Environment Programme for Taiwan (ADEPT) Laboratory was founded with support of the National Center for Scientific Research (CNRS) and the National Science Committee.

Jacques Angelier invested much effort to development of scientific education via international projects. Among such projects were his educational courses conducted in USA GS, California, and the National University of Taiwan.

Jacques Angelier was a researcher of the world and a man of the world. He had a vast knowledge about culture and specific features of the countries with which he maintained scientific cooperation. Jacques Angelier was a friend of our country; he visited Russia many times; he participated in the research project implemented by Institute of physics of the Earth of RAS at the Northern Caucasus. In 2008, after the Moscow conference held in Institute of physics of the Earth of RAS, he planned to expand cooperation with the Russian scientists. He was busy preparing a special issue of the conference results for publication in scientific journals in France. We know that he wished to visit Irkutsk and participate in our scientific conference; unfortunately, it was impossible then due to his illness.

We were so very sad to hear that Jacques Angelier passed away. He was such a wonderful man. We have the greatest respect for his significant contribution to science and will always remember Professor Jacques Angelier.

#### Awards and membership

Members of scientific societies in France and abroad.  
 Member of the University of France (1997).  
 Member of the Academia Europaea (1999).  
 Member of the European Academy of Sciences (2003).  
 The Victor Raulin Prize of the Academy of Sciences (1991).  
 The Paul Fourmarier Prize and Gold Medal from the Royal Academy of Belgium (1996).  
 Award of the French-Taiwan Scientific Foundation of the Institute of France (1999).  
 Knight in Order of the Academic Palms.

#### Professional experience milestones

1966–1970 – Student of Saint Cloud Teachers Training Institute (Saint Cloud).  
 1970–1971 – Assistant to Lecturer of Pier and Marie Curie University (Paris VI).  
 1971–1976 – Assistant, Senior Lecturer of the University of Orlean.  
 1976–1981 – Senior Lecturer of Pier and Marie Curie University (Paris VI).  
 1981–2003 – Professor of Pier and Marie Curie University (Paris VI).  
 2003 – Professor of Geoscience Ajour, Villefranche-sur-Mer Oceanological Observatory (near Nice) and Pier and Marie Curie University (Paris VI).

### Other functions

- Research coordinator of scientific cooperation between France and Taiwan in the Earth sciences under project supported by the French Institute in Taipei, National Science Council, National Scientific Research Centre (CNRS) with participation of other French and Taiwan organization, including Taiwan PICS and International Laboratory ADEPT, and other Earth study coordination programmes implemented by universities and institutes in France and Taiwan.
- Active participant of cooperation between the Academy of Sciences of France and the Academies of Sciences of Korea, Taiwan, and Japan.
- Associated Professor of the Petroleum Institute (IFP-ENSPM), France.
- External Expert for CJKU University, Taiwan.
- Member of Editorial Boards of the Chinese Geological Society (Taipei) and the Earth-Atmosphere-Ocean Society (Taipei).

### Editorial board

### Жак Анжелье

Редколлегия журнала и его читатели глубоко скорбят о безвременной кончине члена редколлегии профессора Жака Анжелье и выражают сердечное соболезнование его семье, друзьям и коллегам.

Жак Анжелье – геолог по образованию, тектонофизик по научному мировоззрению – был крупнейшим в мире ученым, специализирующимся в области изучения деформаций земной коры, определяемых по геологическим разрывам и трещинам. Он проводил полевые тектонофизические работы в районах с различными геодинамическими режимами развития континентальной и океанической литосферы: в Эгейском регионе, в Северной Америке (Калифорния) и др. На основе результатов исследований в Восточной Азии (Тайвань) Ж. Анжелье создал модель взаимодействия Тихоокеанской, Филиппинской и Евразийской плит. Расширив область своих научных интересов и став специалистом по сейсмическому риску, он вел международную программу ADEPT (Программа «Активные Деформации Окружающей Среды»), поддержанную, в том числе, CNRS и Национальным Советом Науки. Жак Анжелье долгие годы являлся профессором университета Пьера и Марии Кюри (Париж VI), возглавляя отдел количественной тектоники. В 2003 г., переехав в Ниццу, он также стал профессором университета в Геосайенс Ажур и работал в Океанологической обсерватории Вилле Франс-сюр Мер. Жак Анжелье был научным руководителем многих молодых исследователей из разных стран мира. Учеба под его руководством означала получение исключительно высокой квалификации.

Основным направлением работ Жака Анжелье являлось изучение тектонических напряжений в массивах горных пород в их природном состоянии. С этой целью им развивались методы анализа напряжений и деформаций по данным о разрывной тектонике. Этот методологический подход основан на решении обратной задачи тектонофизики, когда по данным о системах сколовых трещин со смещениями (зеркала скольжения) или данным о механизмах очагов землетрясений определяются напряжения, за них ответственные.

Ж. Анжелье являлся автором широкоизвестного метода инверсии данных о зеркалах скольжения,

создавшим уникальную французскую школу полевых тектонофизических исследований. Первые его работы, опубликованные в 1975 г. (Ж. Анжелье 28 лет), когда он после окончания Педагогического института Санта-Клауд работал старшим преподавателем в университете Орлеана, показали его стремительный научный рост. Если в двух первых работах, вышедших весной 1975 г., при исследовании разрывов он анализирует положения их полюсов на диаграммах, используя подходы известного французского геолога F. Arthaud, то уже в следующей работе, вышедшей в конце того же года, он формулирует постановку задачи, которой будет заниматься все последующие годы, – взаимосвязь движений по разрывам с напряженным состоянием. В результате сотрудничества с крупным французским механиком P. Mechler в 1977 г. (Ж. Анжелье 30 лет) появилась пионерская работа с обоснованием *right dihedral* (*des diedres droites*) метода, в которой впервые для определения осей главных напряжений сформулировано правило суммирования квадрантов сжатия и растяжения механизмов очагов землетрясений, если они сформированы в едином тензоре напряжений. В 1979 г. он формулирует концепцию другого своего метода, основанного на определении параметров тензора напряжений, наилучшим образом удовлетворяющего тезису о минимальности угла между касательным напряжением и направлением вектора скольжения на плоскости разрыва. Таким образом, в 32 года Жак Анжелье фактически сформулировал законченную систему определения ориентации осей тектонических напряжений по бороздам скольжения.

Следует отметить, что конец шестидесятых – начало восьмидесятых годов прошлого века были годами бурного развития тектонофизических методов изучения природных напряжений. На западе здесь большой вклад внесли работы E. Carey, J. Gephart, A. Michael, R. Lisle. В бывшем Советском Союзе следует, прежде всего, отметить работы М.В. Гзовского, О.И. Гущенко, В.Н. Даниловича, П.Н. Николаева, В.Д. Парфенова, Л.М. Расцветаева, Л.А. Сим, С.И. Шермана. Однако в этом ряду работы Жака Анжелье всегда выделялись особой точностью изложения и продуманностью представляемого материала. В 1989 г. Ж. Анжелье, развивая методику анализа палеострессов, предложил способ оценки

величин напряжений, используя при этом результаты экспериментов по разрушению горных пород. Эта работа во многом опередила другие работы этого направления.

Жак Анжелъе со своими учениками и последователями выполнял региональные геологические исследования разнообразных условий деформации континентальной и океанической коры в странах Западной Европы, в Турции, в Северной Африке, в Калифорнии и на Западе США, а также в Мексике, в Японии, в Корее, в России и на Украине, в Канаде и в Гренландии, в Иране, в Исландии и на Тайване. Следует отметить, что Тайвань был страной, в которой Жак Анжелъе выполнил особенно много полевых тектонофизических исследований. Изучение поля напряжений было распространено на структуры океанической коры в Средиземном море и на Тихом океане, в области погружения континентальных окраин в Провансе (Франция), в глубоководных желобах Эгейской дуги и Японских островов. Эти работы охватывают самые разные обстановки тектонической деформации (расширение, сокращение, сдвиг по простиранию). С 1981 г. все большее внимание уделялось областям активной деформации, где анализ поля напряжений охватывает полевые замеры сколовых трещин, анализ механизмов очагов землетрясений и деформации по геодезическим данным, в том числе в пределах полигонов (с непрерывным наблюдением) на Тайване (для зоны столкновения) и в Исландии (для зоны океанического спрединга).

Оценка естественных рисков (в основном сейсмических) и мониторинг среды занимали все больше места в деятельности Жака Анжелъе последние десять–пятнадцать лет. С 1994 г. в его деятельности по мониторингу среды расширяется сотрудничество с геологическими и геофизическими институтами, такими, как исландская метеослужба в Рейкьявике, Академия Китая и Центральная геологическая служба в Тайпее. В этом смысле доля международного сотрудничества все более возрастала. Например, в 2007 г. появилась Международная лаборатория Франция – Тайвань ADEPT, поддерживаемая Национальным научно-исследовательским центром (CNRS) и Национальным научным комитетом. Пристальное внимание Жак Анжелъе уделял образовательной деятельности при взаимодействии с исследователями разных стран мира. Например, с его участием осуществлялись образовательные программы в Калифорнии (ГС США) и на Тайване (Национальный университет Тайваня).

Жак Анжелъе был не только ученым Мира, но и человеком Мира. Он много знал и много читал о культуре и особенностях тех стран, с учеными которых сотрудничал. Жак Анжелъе был другом нашей страны и неоднократно бывал в России, выполнял совместно с сотрудниками ИФЗ РАН полевые работы на Северо-Западном Кавказе. После московской

конференции 2008 г. он планировал расширить сотрудничество с учеными России, готовил специальный выпуск работ по итогам конференции в Институте физики Земли РАН во французских журналах. Болезнь не позволила ему участвовать в конференции в г. Иркутске, куда он стремился всем сердцем. Смерть оборвала жизнь выдающегося ученого и прекрасного человека. Мы будем помнить его и продолжать то дело, которому он посвятил свою жизнь.

### Знаки отличия и Премии

Член различных обществ во Франции и за границей  
 Член Университета Франции (1997)  
 Член Академии Европы *Academia Europaea* (1999)  
 Член Академии Наук Европы (2003)  
 Премия **Victor Raulin** Академии наук (1991)  
 Премия **Fourmarier** королевской Академии наук Бельгии (1996)  
 Премия франко-тайваньского научного фонда Института Франции (1999)  
 Рыцарь Ордена академических пальмовых ветвей

### Профессиональный путь, основные даты

1966–1970 – Учащийся Педагогического института - Saint-Cloud (Сант-Клауд).  
 1970–1971 – Помощник преподавателя в университете Пьера и Марии Кюри (Париж VI).  
 1971–1976 – Помощник, затем старший преподаватель в университете Орлеана.  
 1976–1981 – Старший преподаватель в университете Пьера и Марии Кюри (Париж VI).  
 1981–2003 – Профессор в университете Пьер и Мария Кюри (Париж VI).  
 2003 – Профессор в Геосайенс Ажур, Океанологической обсерватории Вилле Франс-сюр Мер (около Ниццы), и в Университете Пьер и Марии Кюри (Париж VI).

### Другие функции

- Научный координатор организации научного сотрудничества Франции и Тайваня в науках Земли, с поддержкой французского Института в Тайпее, Национального совета наук, Национального Научно-Исследовательского Центра (CNRS) при участии различных французских и тайваньских учреждений. Это сотрудничество включает PICS Тайваня, международную лабораторию ADEPT, и различные координационные программы в науках о Земле между университетами и институтами Франции и Тайваня.
- Активный участник сотрудничества между Академией наук Франции и Академией в Корее (Сеул), в Тайване (Тайпее) и в Японии (Токио).
- Ассоциированный профессор французского Института нефти (IFP-ENSPM).
- Внешний эксперт университета SJCU Тайваня.
- Член Редакционных комитетов Китайского Геологического Общества (Тайпее) и общества Земля–Атмосфера–Океан (Тайпее).

*Редакционная коллегия*