

# **I. RAPORTARE ȘTIINȚIFICĂ**

**FAZA DE EXECUȚIE NR. 2/2014**

**CU TITLUL: „Tribocoroziunea biomaterialelor și a straturilor micro și nanostructurate în medii specifice” – CorrBioMat**

- **RST – raport științific și tehnic**
- **RFA – raport final de activitate (numai pentru faza finală)**

**PRECIZĂRI PRIVIND STRUCTURA RAPORTULUI ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC**  
**01/12/2013 – 30/11/2014**

**Raportul Științific și Tehnic**

1. Indicatorii sintetici de realizare a fazei/proiectului (Anexa 1 – RST). Se completează în conformitate cu specificul proiectului și a fazei de execuție realizate.
2. Scurt raport de cercetare conform următoarei structuri:

- **Titlul proiectului:**

**Tribocoroziunea biomaterialelor și a straturilor micro și nanostructurate în medii specifice.**  
**(Tribocorrosion de biomatériaux et de dépôts micro et nano structurés dans des milieux spécifiques).**

Acronim: **CorrBioMat.**

- **Partener român:**

Universitatea Dunărea de Jos Galați (UDJG), Centrul de Competențe Interfețe – Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES).

Director proiect: Prof. univ. dr. Lidia BENEĂ.

- **Partener străin:**

Ecole Centrale Paris (ECP), Laboratorul Génie des Procédés et Matériaux (LGPM).

Director proiect: Pr. Dr. Francois Wenger.

- **Durata proiectului bilateral:** 01/05/2013 – 30/11/2014

- **Obiectivele generale urmărite:**

-Concretizarea și întărirea colaborării între cele două laboratoare.

-Elaborarea și dezvoltarea de noi materiale compozite nano și micro structurate, ca și biostraturi, importante din punct de vedere științific și tehnologic, domeniu în care se depune un efort de cercetare și de inovare atât la nivel european cât și internațional.

-Acces la bogatul know-how și toate facilitățile experimentale în tribocoroziune existente la partenerul din Franța, iar cercetătorii din Franța beneficiază de know-how în modificarea suprafeței biomaterialelor și în obținerea straturilor nano și micro structurate prin procedeul electrochimic al grupului de la Universitatea din Galați, UDJG/CC-ITES).

-Folosirea schimbului de experiență bilateral în tema comună.

-Selectarea unor biomateriale și straturi nano și micro structurate care îmbunătățesc proprietățile suprafețelor cu referire la rezistența la uzură și rezistența la coroziune în medii specifice biologice precum și impactul cu mediul.

- Integrarea cercetării universitare românești în rețeaua europeană.
- Promovarea cercetării fundamentale în domeniul biomaterialelor, straturilor nano și microstructurate și tribocoroziunii acestora (coroziune și uzură în medii specifice).

○ **Obiectivele fazei de execuție:**

**Partea română:**

**-Studiul comparativ al diferitelor biomateriale și straturi nano și microstructurate (biostraturi) obținute prin metode electrochimice: UDJG / CC-ITES și ECP / LGPM.**

-Caracterizarea compozițională, morfologică, microstructurală și microtopografică.

-SEM – EDX pe suprafață și secțiune transversală. Suprafața în 2D și 3D.

-Comparație cu suprafețele biomaterialelor netratate și a celor cu straturi nano și microstructurate.

-Elaborarea mecanismului de nucleere și creștere a straturilor.

**-Investigații de bază a mecanismelor de tribocoroziune a biomaterialelor în medii biologice specifice (in-situ)..**

-Caracterizarea biomaterialelor și straturilor nano și micro structurate și a fluidelor biologice prin metode electrochimice (spectroscopie de impedanță electrochimică, curbe de polarizare în absența și în prezența uzurii, evoluția potențialului de echilibru, ...)

-Caracterizarea și modelarea reacțiilor tribochimice în nano și micro contacte culisante prin tehnici avansate: SEM - EDX, XRD, 2D și 3D ultra microtopografie de suprafață.

**-Investigații ex-situ a suprafețelor biomaterialelor și straturilor nano și microstructurate după testare în sisteme complex tribo-corozive.**

-Înțelegerea comportării la coroziune și uzură a biomaterialelor și straturilor nano și microstructurate și a rolului fluidelor biologice asupra proceselor de coroziune și tribocoroziune (coroziune și uzură);

-Descrierea și dezvoltarea unui sistem experimental de tribocoroziune care să ne ofere posibilități predictive asupra diferitelor sisteme de materiale triboreactive și fluide corozive;

-Rezistența la coroziune și uzură a straturilor nano și microstructurate în combinație cu diferite medii specifice (fluide biologice) va fi cuantificată ca uzură volumetrică pe unitatea de energie disipată.

-Măsurători electrochimice vor fi utilizate pentru cuantificarea „suprafeței active” în testele de frecare. Fenomenul de pasivare / depasivare a suprafețelor biomaterialelor va fi investigat și modelat.

-Funcționalizarea suprafețelor biomaterialelor și realizarea de depuneri nano și microstructurate.

-Caracterizarea structurală și electrochimică.

- Studii și încercări de tribocoroziune în medii specifice.
- Analiza comportamentului în tribocoroziune.
- Interpretarea rezultatelor: legi cinetice de uzură și coroziune, mecanisme de uzură și coroziune în absența și în prezența mediilor specifice biologice.
- Redactarea a cel puțin unei publicații comune.**
- Trei stagii de mobilitate la partenerul francez pentru efectuarea lucrărilor experimentale complementare și / sau participare și comunicare rezultate la sesiuni științifice în domeniu organizate în Franța.**

#### Partea franceză:

- Studii și încercări comparative pe biomateriale cu compartament cunoscut pentru încercări normalizate (standardizate) complementare, respectiv tribocoroziune.**
  - Încercări tehnologice standardizate.
- Studiul comparativ al diferitelor biomateriale și straturi nano și microstructurate (biostraturi) obținute prin metode electrochimice. Complementare.**
  - Caracterizarea compozițională, morfologică, microstructurală și microtopografică. SEM – EDX pe suprafață și secțiune transversală. Suprafața în 2D și 3D.
  - Comparație cu suprafețele biomaterialelor netratate și a celor cu straturi nano și microstructurate.
- Investigații de bază a mecanismelor de tribocoroziune a biomaterialelor în medii biologice specifice (in-situ).**
  - Caracterizarea biomaterialelor și straturilor nano și micro structurate și a fluidelor biologice prin metode electrochimice (spectroscopie de impedanță electrochimică, curbe de polarizare în absența și în prezența uzurii, evoluția potențialului de echilibru, ...)
  - Caracterizarea și modelarea reacțiilor tribochimice în nano și micro contacte culisante prin tehnici avansate: SEM - EDX, XRD, 2D și 3D ultra microtopografie de suprafață.
- Investigații ex-situ a suprafețelor biomaterialelor și straturilor nano și microstructurate după testare în sisteme complex tribo-corozive.**
  - Înțelegerea comportării la coroziune și uzură a biomaterialelor și straturilor nano și microstructurate și a rolului fluidelor biologice asupra proceselor de coroziune și tribocoroziune (coroziune și uzură);
  - Descrierea și dezvoltarea unui sistem experimental de tribocoroziune care să ne ofere posibilități predictive asupra diferitelor sisteme de materiale triboreactive și fluide corozive;
  - Rezistența la coroziune și uzură a straturilor nano și microstructurate în combinație cu diferite medii specifice (fluide biologice) va fi cuantificată ca uzură volumetrică pe unitatea de energie disipată.
  - Măsurători electrochimice utilizate pentru cuantificarea „suprafeței active” în

testele de frecare. Fenomenul de pasivare / depasivare a suprafețelor biomaterialelor va fi investigat și modelat.

-Studii și încercări de tribocoroziune în medii specifice.

-Analiza comportamentului în tribocoroziune.

- Interpretarea rezultatelor: legi cinetice de uzură și coroziune, mecanisme de uzură și coroziune în absența și în prezența mediilor specifice biologice.

-Redactarea a cel puțin unei publicații comune.

-Două stagii de mobilitate de la partenerul francez la partenerul român.

o **Descrierea științifică și tehnică, cu punerea în evidență a rezultatelor fazei și gradul de realizare a obiectivelor (se vor indica rezultatele).**

**Obiectivele fazei de execuție 2014 ale proiectului au fost realizate în totalitate (100 %) cu următoarele rezultate:**

-S-au elaborat probe cu straturi nanocompozite, Ni/nano-TiO<sub>2</sub>, Ni /nano-WC, și microcompozite Co / UHMWPE pe suport din oțel inoxidabil AISI 304, care s-au caracterizat la partenerul francez.

-S-au efectuat 2 stagii la partenerul francez: un stagiu de 14 zile în iulie 2014 și un stagiu de 7 zile în noiembrie 2014.

-S-a primit vizita a doi parteneri în proiect în luna iulie 2014.

**-Rezultatele științifice obținute în etapa 2014, în colaborare și cu proiectul de cercetare C2-02/2012 și 10 / 2013 au fost comunicate la 4 sesiuni științifice internaționale și naționale și 12 articole publicate în reviste internaționale indexate ISI și recunoscute BDI astfel:**

**Două (2) lucrări prezentate** la: VI<sup>th</sup> Edition of International Conference **UgalMat 2014** from Dunărea de Jos University of Galați, Section I – Advanced Technologies and Materials (TMA), 29 – 30 May 2014, Galați, România. (Cheltuielile de deplasare și taxele aferente au fost suportate din proiectul de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul – *NanoSurfCorr* din programul IFA-CEA-ANCS Capacitati-Modul III și 10 / 30-08-2013 cu acronimul *HyBioElect* din Programul PN II IDEI –PCE):

<http://www.artcast.ugal.ro/>

**1. Oral presentation:** Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Pierre PONTTHIAUX, Jean Pierre CELIS, *Impact of material degradation on society, environment and health*, VI<sup>th</sup> Edition of International Conference UgalMat 2014 from Dunărea de Jos University of Galați, Section I – Advanced Technologies and Materials (TMA), 29 – 30 May 2014, Galați, România.

<http://www.artcast.ugal.ro/>

**2. Oral presentation:** Bogdan–Sorin BAȘA, Lidia BENEĂ, *Tribocorrosion – news inside of material degradation in specific environments*, VI<sup>th</sup> Edition of International Conference UgalMat 2014 from Dunărea de Jos University of Galați, Section I – Advanced Technologies and Materials (TMA), 29 – 30 May 2014, Galați, România.

<http://www.artcast.ugal.ro/>

**Patru (4) lucrări prezentate** la: 3<sup>th</sup> International Workshop on Achievement and Challenges for Functional Surfaces Obtained by Electrochemical Methods – Processing and Characterization, **NanoSurf 03/2014** jointly with PERFORM, 23 – 25 July 2014, Galați, România. (Cheltuielile de deplasare și taxele aferente au fost suportate din proiectul de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul – *NanoSurfCorr* din programul IFA-CEA-ANCS Capacitati-Modul III și 10 / 30-08-2013 cu acronimul *HyBioElect* din Programul PN II IDEI –PCE)  
[http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation\\_Workshop\\_NanoSurf\\_03\\_-2014\\_&\\_PERFORM\\_2014.pdf](http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation_Workshop_NanoSurf_03_-2014_&_PERFORM_2014.pdf)

**1. Invited Lecture: Prof. Ph.D. Pierre PONTIAUX, ECP, France: *La démarche scientifique ou le questionnement comme méthode d'Apprentissage (The scientific approach or the questioning as a Learning Method)*.** 3<sup>th</sup> International Workshop on Achievement and Challenges for Functional Surfaces Obtained by Electrochemical Methods – Processing and Characterization, NanoSurf 03/2014 jointly with PERFORM, 23 – 25 July 2014, Galați, România,  
[http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation\\_Workshop\\_NanoSurf\\_03\\_-2014\\_&\\_PERFORM\\_2014.pdf](http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation_Workshop_NanoSurf_03_-2014_&_PERFORM_2014.pdf)

**2. Invited Lecture: Prof. Ph.D. Jean Pierre CELIS, E. GIORGIOU: ECP – France & KULeuven - Belgium: *Intermetallic coatings obtained by electrodeposition and their tribological behavior at high temperatures*.** 3<sup>th</sup> International Workshop on Achievement and Challenges for Functional Surfaces Obtained by Electrochemical Methods – Processing and Characterization, NanoSurf 03/2014 jointly with PERFORM, 23 – 25 July 2014, Galați, România.  
[http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation\\_Workshop\\_NanoSurf\\_03\\_-2014\\_&\\_PERFORM\\_2014.pdf](http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation_Workshop_NanoSurf_03_-2014_&_PERFORM_2014.pdf)

**3. Invited Lecture: Ph.D. Felicia BRATU, Ministry of Environment and Climate Changes: *Sectorial Operational Program 2007-2013 - The investments in the environmental sector using European Funds*.** 3<sup>th</sup> International Workshop on Achievement and Challenges for Functional Surfaces Obtained by Electrochemical Methods – Processing and Characterization, NanoSurf 03/2014 jointly with PERFORM, 23 – 25 July 2014, Galați, România,  
[http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation\\_Workshop\\_NanoSurf\\_03\\_-2014\\_&\\_PERFORM\\_2014.pdf](http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation_Workshop_NanoSurf_03_-2014_&_PERFORM_2014.pdf)

**4. Oral presentation: Laurențiu MARDARE, Doinița PÎRVU (NEAGU), Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, *Nothing stays the same for ever: The environmental degradation and corrosion of materials – applications and protection methods in marine media*,** 3<sup>th</sup> International Workshop on Achievement and Challenges for Functional Surfaces Obtained by Electrochemical Methods – Processing and Characterization, NanoSurf 03/2014 jointly with PERFORM, 23 – 25 July 2014, Galați, România.  
[http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation\\_Workshop\\_NanoSurf\\_03\\_-2014\\_&\\_PERFORM\\_2014.pdf](http://www.cc-ites.ugal.ro/Invitation_Workshop_NanoSurf_03_-2014_&_PERFORM_2014.pdf)

**Două (2) lucrări prezentate** la: 8<sup>th</sup> International Conference on **Tribology Balkantrib`14**, Sessions: Tribochemistry (Tchem) and Surface Engineering (SE), 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România. (Cheltuielile de deplasare și taxele aferente au fost suportate din proiectul de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul – *NanoSurfCorr* din programul IFA-CEA-ANCS Capacitati-Modul III și 10 / 30-08-2013 cu acronimul *HyBioElect* din Programul PN II IDEI –PCE):  
<http://balkantrib.upg-ploiesti.ro/>

**1. Oral presentation:** Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Jean Pierre CELIS, *Tribo-electrochemical characterization of Ti-6Al-4V alloy and nanoporous TiO<sub>2</sub> layer in simulated body fluid solution*, 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology Balkantrib'14, Session: Tribochemistry (Tchem), 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 96, Book of Abstracts, ISBN: 978-973-719-571-5.

<http://balkantrib.upg-ploiesti.ro/>

**2. Oral presentation:** Bogdan-Sorin BAȘA, Lidia BENEĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre Ponthiaux, Jean Pierre Celis, *Tribocorrosion behavior of the Ni/TiC nanocomposite coatings in solution simulation the corrosion environment from the nuclear primary cooling systems*, 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology Balkantrib'14, Session: Surface Engineering (SE), 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 149, Book of Abstracts, ISBN: 978-973-719-571-5.

<http://balkantrib.upg-ploiesti.ro/>

**Trei (3) lucrări prezentate** la: International Scientific Conference **CORROSION 2014**, Session 1, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland. (Cheltuielile de deplasare și taxele aferente au fost suportate din proiectul de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul – *NanoSurfCorr* din programul IFA-CEA-ANCS Capacitati-Modul III și 10 / 30-08-2013 cu acronimul *HyBioElect* din Programul PN II IDEI –PCE):

<http://www.corrosion2014.polsl.pl/index.php?lang=en>

**1. KeyNote Presentation:** Lidia BENEĂ, *Nanocomposite layers obtained by electro-co-deposition: Corrosion and tribocorrosion properties*, International Scientific Conference CORROSION 2014, Session 1, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland.

<http://www.corrosion2014.polsl.pl/index.php?lang=en>

**2. Oral presentation:** Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Jean Pierre CELIS, *Corrosion-wear behavior of nanoporous oxide film formed on Ti-6Al-4V alloy in physiological solution*, International Scientific Conference CORROSION 2014, Session 1, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland.

<http://www.corrosion2014.polsl.pl/index.php?lang=en>

**3. Oral presentation:** Lidia BENEĂ, Sorin-Bogdan BAȘA, Nadège CARON, Pierre PONTTHIAUX, Jean Pierre CELIS, *Fretting-corrosion behavior of Ni/WC nanocomposite coatings in boric acid and lithium hydroxide solution*, International Scientific Conference CORROSION 2014, Session 1, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland.

<http://www.corrosion2014.polsl.pl/index.php?lang=en>

**Două (2) articole publicate în reviste internaționale indexate ISI** (partea de cercetare experimentală, redactare, editare și publicare a acestor două articole a fost suportată din proiectul de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul – *NanoSurfCorr* din programul IFA-CEA-ANCS Capacitati-Modul III):

**1. Lidia BENEĂ, Sorin-Bogdan BAȘA, Eliza DĂNĂILĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre PONTTHIAUX, Jean-Pierre CELIS, *Fretting and wear behaviors of Ni /nano WC composite coatings in dry and wet conditions*, *Materials and Design*, 65, 550 – 558, (2015). DOI: [10.1016/j.matdes.2014.09.050](https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.09.050)**

**Impact Factor=3.171.**

<http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2014.09.050>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261306914007523>

2. Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Jean-Pierre CELIS, *Influence of electro-co-deposition parameters on nano-TiO<sub>2</sub> inclusion into nickel matrix and properties characterization of nanocomposite coatings obtained*, Materials Science & Engineering A, 610, 106 – 115 (2014). DOI: 10.1016/j.msea.2014.05.028.

I.F.(2013) = 2.409.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.msea.2014.05.028>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921509314006297>

**Zece (10) articole publicate în reviste incluse în baze de date internaționale recunoscute BDI: 7 articole plus 3 rezumate în volume cu ISBN** (partea de cercetare experimentală, redactare, editare și publicare a acestor articole a fost suportată din proiectul de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul – *NanoSurfCorr* din programul IFA-CEA-ANCS Capacitati-Modul III și 10 / 30-08-2013 cu acronimul *HyBioElect* din Programul PN II IDEI –PCE):.

1. Lidia BENEĂ, *Studying tribocorrosion processes in biomedical and industrial applications*, CD Proceedings Volume of 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology – Balkantrib'14, 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 425–431.

ISBN: 978–973–719–570–8.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare bilaterală este de 5%, proiectului de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul - *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 45% fiind atribuit proiectului de cercetare nr. 10/30-08-2013, acronim - *HyBioElect*.

2. Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Jean-Pierre CELIS, *Tribo-electrochemical characterization of Ti-6Al-4V alloy and nanoporous TiO<sub>2</sub> layer in simulated body fluid solution*, CD Proceedings Volume of 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology – Balkantrib'14, 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 455–458.

ISBN: 978–973–719–570–8.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare bilaterală este de 5%, proiectului de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul - *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 50% fiind atribuit proiectului de cercetare nr. 10/30-08-2013, acronim - *HyBioElect*.

3. Sorin Bogdan BAȘA, Lidia BENEĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre PONTTHIAUX, Jean-Pierre CELIS, *Tribocorrosion behaviour of the Ni/TiC nanocomposite coatings in solution simulating the corrosion environment from the nuclear primary cooling systems*, CD Proceedings Volume of 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology – Balkantrib'14, 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 849-854.

ISBN: 978–973–719–570–8.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare bilaterală este de 5%, proiectului de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul - *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 45% fiind atribuit proiectului de cercetare nr. 10/30-08-2013, acronim - *HyBioElect*.

4. Sorin-Bogdan BAȘA, Lidia BENEĂ, *Tribocorrosion – insight into material degradation in specific environments*. The Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati, Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science,



No. 1, p. 5 – 12, 2014.

ISSN 1453 – 083X.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare bilaterală este de 5%, proiectului de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul - *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 50% fiind atribuit proiectului de cercetare nr. 10/30-08-2013, acronim - *HyBioElect*.

**5. Eliza DĂNĂILĂ, Iulian BOUNEGRU, Lidia BENEĂ, Alexandru CHIRIAC, *Improving biocompatibility of Co–Cr alloy used in dentistry by surface modification with electrochemical methods – corrosion of untreated Co–Cr alloy in solution with different pH.*** The Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati, Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science, No. 2, p. 54 – 59, 2014.

ISSN 1453 – 083X.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare bilaterală este de 5%, proiectului POSDRU/159/1.5/S/138963 acronim - *Perform* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 50% fiind atribuit proiectului de cercetare nr. 10/30-08-2013, acronim - *HyBioElect*.

**6. Doinița NEAGU (PÎRVU), Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, *Aspects of materials decay under chemical attack from the leachate treatment plant of the Tirighina waste landfill,*** The Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati, Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science, No. 2, p. pg. 10 – 16 – 2014.

ISSN 1453 – 083X

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare bilaterală este de 5%, proiectului POSDRU/159/1.5/S/138963 acronim - *Perform* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 50% fiind atribuit proiectului de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul - *NanoSurfCorr*.

**7. Lidia BENEĂ, Eliza Mardare DĂNĂILĂ, Iulian BOUNEGRU, *Challenges in corrosion protection using vegetable extracts as inhibitors – Electrochemical studies,*** The Annals of “Dunarea de Jos” University of Galati, Fascicle IX, Metallurgy and Materials Science, No. 3, p. 14 – 19, 2014.

ISSN 1453 – 083X.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare bilaterală este de 5%, proiectului de cercetare C2-02 / 01-03-2012 cu acronimul - *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 45% fiind atribuit proiectului de cercetare nr. 10/30-08-2013, acronim - *HyBioElect*.

**8. Lidia BENEĂ, *Studying tribocorrosion processes in biomedical and industrial applications, Book of Abstracts Balkantrib’14 – 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology,*** 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 91.

Publishing House Petroleum–Gaz University of Ploiești, România.

ISBN: 978–973–719–571–5.

**9. Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Jean-Pierre CELIS, *Tribo-electrochemical characterization of Ti-6Al-4V alloy and nanoporous TiO<sub>2</sub> layer in simulated body fluid solution, Book of Abstracts Balkantrib’14 – 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology,*** 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 96.

Publishing House Petroleum–Gaz University of Ploiești, România.

ISBN: 978–973–719–571–5.

**10. Sorin Bogdan BAȘA, Lidia BENEĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre PONTTHIAUX, Jean-Pierre CELIS, *Tribocorrosion behaviour of the Ni/TiC nanocomposite coatings in solution simulating the corrosion***

*environment from the nuclear primary cooling systems*, **Book of Abstracts Balkantrib'14 – 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology**, 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 149.  
Publishing House Petroleum–Gaz University of Ploiești, România.  
ISBN: 978–973–719–571–5.

***-Organizarea Workshopului Internațional Nanosurf 03/2014 (în afara obiectivelor stabilite):  
3<sup>th</sup> International Workshop on Achievements and Challenges for Functional Surfaces  
Obtained by Electrochemical Methods - Processing and Characterization  
– NanoSurf 03 /2014.***

Workshopul Internațional Nanosurf 03/2014 a fost organizat în perioada 23-25 iulie 2014 la Universitatea Dunarea de Jos din Galați în cadrul proiectului *PN II-Bilateral RO-FR-Project 702-CorBioMat / 2013* și în colaborare cu proiectele de cercetare: *CEA-IFA-Project C2-02-NanoSurfCorr / 2012*, *PNII-PCE-Project 10 - HyBioElect / 2013* and *POSDRU / 159/1.5 /S/ 138963 Project - PERFORM*.

Neavând buget prevăzut pentru astfel de acțiuni, singura cheltuială suportată din cadrul proiectului a fost vizita celor doi colaboratori în limitele prevăzute în proiect la capitolul mobilități. Restul finanțării Workshopului a fost suportat din alte surse.

Au fost prezentate 3 lecturi invitate din care 2 din Franța – Ecole Centrale Paris, și 1 din Romania – Ministerul mediului.

Din partea proiectelor științifice coordonate de prof. dr. Lidia Benea au fost prezentate 4 conferințe (contribuții orale) științifice sumarizând realizările științifice și experimentale aferente.

În finalul workshopului s-a organizat o masă rotundă la care s-au discutat și inițiat noi posibilități de colaborare științifică pentru tinerii cercetători și pentru activități de cercetare complementare în colaborare cu instituții internaționale.

-Realizarea site-ului web pentru proiect, respectiv:

<http://www.corrbiomat.ugal.ro>

Site-ul web conține principalele aspecte științifice și tehnice ale proiectului.

○ **Posibilități de valorificare economică a rezultatelor obținute.**

*-Rezultatele obținute în etapa 2014 au potențial mare de valorificare economică și se va face o strategie de valorificare a lor din punct de vedere economic. Acest aspect necesită o altă finanțare.*

**Indicatori de realizare a fazei 2014 a proiectului 702/2013  
CorrBioMat**

<b>Nr. crt.</b>	<b>Indicatori</b>	<b>UM</b>
1	Număr de publicații în reviste: Co-editate internațional - Indexate ISI - Incluse în alte baze de date internaționale recunoscute	<b>Total Nr. 12</b> <b>Din care:</b> <b>ISI Nr. 2</b> <b>BDI Nr. 10</b>
2	Articole publicate în cărți, atlase, dicționare și alte produse cu caracter științific publicate anual (în țară și în străinătate)	Nr. 0
3	Participări la conferințe organizate, dintre care internaționale	<b>Nr. 11</b>
4	Evenimente organizate dintre care internaționale Workshop Internațional <b>Nanosurf / 2014</b>	<b>Nr. 1</b>
5	Pliante, broșuri, postere pentru diseminare de informații	Nr. 0
6	Proiecte de comunicare științifică	Nr. 0
7	Proiecte de studii prospective	Nr. 0
8	Proiecte / participanți în proiecte internaționale finanțate	<b>Nr. 1 / 3</b>

**Raportul Final de Activitate:** Aceleași documente ca și pentru raportarea intermediară, și în plus:

- Rezumatul publicabil în limbile română și engleză (maxim 3 pagini), din care să rezulte gradul de noutate și elementele de dezvoltare economică ale întregului proiect, impactul preconizat asupra mediului științific, tehnic, economic, social și didactic.

## Rezumat proiect

NR. 702 / 30-04.2013

### **Tribocoroziunea biomaterialelor și a straturilor micro și nanostructurate în medii specifice. (Tribocorrosion de biomatériaux et de dépôts micro et nano structurés dans des milieux spécifiques).**

Acronim: CorrBioMat

<http://www.corrbiomat.ugal.ro>

Colaborarea dintre Prof. Dr. Lidia Benea de la Universitatea Galați, Centrul de Competețe Interfețe - Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES) și partenerul francez, de la Ecole Centrale Paris - Franța, Laboratorul Génie des Procédés et Matériaux (LGPM) a început încă din 1997 în domeniul electrodepunerii straturilor compozite pentru a crește rezistența la coroziune și uzură a materialelor ieftine ca substraturi. Lidia Benea a fost profesor și cercetător invitat în anii academici 2000 – 2013 (în diferite perioade), unde a condus mini proiecte de cercetare cu studenții anului IV ingineri, master și doctoranzi, în domeniul tribocoroziunii straturilor de protecție dure din aliaje de crom-cobalt și aliajelor din aluminiu. Partenerii francezi au participat alături de echipa română și într-un proiect de îmbunătățire a școlii doctorale în domeniul Ingineriei Materialelor (2009-2011). Pentru aportul lor științific universitatea noastră a acordat titlul de *Doctor Honoris Causa* profesorilor Pierre Ponthiaux și prof. Jean – Bernard Guillot de la LGPM-ECP Franța.

Proiectul a continuat și intensificat activitatea de cercetare în domeniul elaborării, dezvoltării și caracterizării proprietăților biomaterialelor și straturilor nano și microstructurate în medii specifice. Modificarea suprafeței biomaterialelor ca și obținerea straturilor nano și microstructurate biostraturi) se realizează prin metode electrochimice. Se utilizează faze disperse biocompatibile (biopolimeri: polietilena de masa moleculara ridicată, bio ceramice:  $\text{CeO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ) care se co-depun electrochimic cu matrici metalice biocompatibile. Se urmărește identificarea cineticii și mecanismului modificării suprafețelor biomaterialelor prin straturi nano și micro structurate.

Procesul complex de degradare a biomaterialelor și biostraturilor nano și microstructurate prin coroziune și tribocoroziune (coroziune și uzură) în medii specifice biologice se realizează prin studii electrochimice in-situ: (potențial liber în timpul frecării intermitente, curbe potentiodynamice cu și fără frecare, diagrame de spectroscopie de impedanță electrochimica a suprafețelor în stări pasive și active, salturi de potențial de la activ la pasiv cu înregistrarea curentului pentru monitorizarea formării și creșterii filmului pasiv) și prin investigații complexe ex-situ a probelor prin tehnici avansate cum sunt microscopia electronica cuplată cu analiza razelor X dispersate, difracții de raze X, ultramicrotopografia 2D și 3D a suprafețelor, analiza de forță atomică.

Laboratorul Génie des Procédés et Matériaux (LGPM) de la Ecole Centrale Paris (ECP), Franța are o experiență îndelungată în studii cu caracter fundamental asupra mecanismelor și proceselor de

coroziune și de tribocoroziune prin metode in-situ și ex-situ. Experiența bogată a partenerului român, Centrul de Competențe (Cercetare) Interfețe – Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES) de la Universitatea Dunărea de Jos Galați (UDJD) în obținerea de straturi nano și micro compozite prin metode electrochimice va fi completată cu caracterizarea complexă a acestor straturi nano și microstructurate în medii specifice biologice și astfel se vor pune bazele obținerii și dezvoltării acestor noi materiale avansate ca și biostraturi cu proprietăți îmbunătățite cu utilizări mai adecvate în domeniul biomaterialelor.

Tehnicile disponibile în cele două laboratoare și competențele echipelor sunt complementare și acoperă domeniul larg de mijloace de încercare și de cunoștințe necesare la realizarea studiilor: pe de o parte de optimizare a parametrilor electrodepunerii (co-depunerii) și de cinetică și mecanism al co-depunerii fazeor disperse insolubile (biocompatibile) cu matrici metalice (biocompatibile) și, pe de altă parte de tribocoroziune (coroziune și uzură) pe noile materiale obținute (biostraturi compozite nanostructurate și microstructurate (mecanică, tribologie, metalurgie, electrochimie, analiza suprafețelor, ultramicrotopografie...).

Noutatea proiectului constă în elaborarea și dezvoltarea de noi materiale compozite nano și micro structurate, ca și biostraturi, importante din punct de vedere științific și tehnologic, domeniu în care se depune un efort de cercetare și de inovare atât la nivel european cât și internațional.

## **Project Summary**

**NR. 702 /30-04 /2013**

**Tribocoroziunea biomaterialelor și a straturilor micro și nanostructurate în medii specifice.  
(Tribocorrosion de biomatériaux et de dépôts micro et nano structurés dans des milieux  
spécifiques).**

**Tribocorrosion of biomaterials and micro and nano-structured composite coatings in specific  
environments.**

**Acronym: *CorrBioMat***

**<http://www.corrbiomat.ugal.ro>**

The collaboration between Prof. Dr. (Ph.D.) Lidia BENEĂ from Dunarea de Jos University of Galati, Competences Center Interfaces - Tribocorrosion and Electrochemical Systems (CC-ITES) and French partner of Ecole Centrale Paris - France, Laboratory Génie des Procédés et Matériaux ( LGPM ) began since 1997 in the research area of electrodeposition of composite coatings to increase the resistance to corrosion and wear of materials . Lidia Benea was invited professor and researcher in the academic years 1997 - 2013 ( at different times ), where he led mini research projects with students of IV engineers, master and doctoral students in the field of coatings tribocorrosion, hard chromium - cobalt alloy and aluminum alloys. French partners participated with Romanian team in a project to improve the Doctoral School in Materials Engineering (2009-2011).

The project continued and intensified the research activity in the area of obtaining, development and characterization of properties for biomaterials and nano and microstructured layers in specific environments. Surface modification of biomaterials as obtaining nano and microstructured layers (biocoatings) is achieved by electrochemical methods. The use of bio-compatible dispersed phases (Biopolymers : high molecular weight polyethylene, bio ceramics : CeO<sub>2</sub> , TiO<sub>2</sub> , ZrO<sub>2</sub> ) which are electro-codeposited with metal as biocompatible matrices. There are studied the kinetics and mechanism of surface modification of biomaterials by nano and micro -structured layers.

The complex process of degradation of biomaterials and nano and microstructured coatings by corrosion and wear (tribocorrosion) in specific biological environments is achieved by in-situ electrochemical and ex- situ investigations by advanced techniques such as electron microscopy coupled with X-ray analysis, X-ray diffraction , ultrahigh microtopography 2D and 3D surfaces , atomic force microscopy, etc.

The novelty of the project is to design and develop new composite nano and micro structured as biocoatings, which are important in terms of science and technology, the research domain where the efforts in research and innovation, both at European and International level are very significant.

- Indicatorii finali ai proiectului.

Anexa 1 – RST

**Indicatorii finali de realizare a proiectului 702/30-04-2013  
CorrBioMat**

<b>Nr. crt.</b>	<b>Indicatori</b>	<b>UM</b>
1	Număr de publicații în reviste: Co-editate internațional - Indexate ISI - Incluse în alte baze de date internaționale recunoscute	<b>Total Nr. 14</b> <b>Din care:</b> <b>ISI Nr. 3</b> <b>BDI Nr. 11</b>
2	Articole publicate în cărți, atlase, dicționare și alte produse cu caracter științific publicate anual (în țară și în străinătate)	Nr. 0
3	Participări la conferințe organizate, dintre care internaționale	<b>Nr. 14</b>
4	Evenimente organizate dintre care internaționale Workshop Internațional <b>Nanosurf / 2014</b>	<b>Nr. 1</b>
5	Pliante, broșuri, postere pentru diseminare de informații	Nr. 0
6	Proiecte de comunicare științifică	Nr. 0
7	Proiecte de studii prospective	Nr. 0
8	Proiecte / participanți în proiecte internaționale finanțate	<b>Nr. 1 / 3</b>
9	Susținere publică teză doctorat in domeniul temei proiectului.	<b>Nr. 1</b>



## Raport final de activitate

- **Titlul proiectului<sup>a</sup>** „Tribocoroziunea biomaterialelor și a straturilor micro și nanostructurate în medii specifice” – CorrBioMat
- **Nr. Contractului** 702 / 30-04-2013
- **Anul finalizării** 2014
- **Durata proiectului** 01/05/2013 – 30/11/2014
- **Partener român<sup>b</sup>** Universitatea Dunărea de Jos Galați (UDJG), Centrul de Competențe Interfețe – Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES)
- **Director de proiect<sup>c</sup>** BENEA Lidia
- **Partener străin<sup>d</sup>** Ecole Centrale Paris (ECP), Laboratorul Génie des Procédés et Matériaux (LGPM), Franța.
- **Obiective generale urmărite**
  - Concretizarea și întărirea colaborării între cele două laboratoare.
  - Elaborarea și dezvoltarea de noi materiale compozite nano și micro structurate, ca și biostraturi, importante din punct de vedere științific și tehnologic, domeniu în care se depune un efort de cercetare și de inovare atât la nivel european cât și internațional.
  - Acces la bogatul know-how și toate facilitățile experimentale în tribocoroziune existente la partenerul din Franța, iar cercetătorii din Franța beneficiază de know-how ul în modificarea suprafeței biomaterialelor și în obținerea straturilor nano și micro structurate prin procedeul electrochimic ale grupului de la Universitatea din Galați, UDJG/CC-ITES).
  - Folosirea schimbului de experiență bilateral în tema comună.
  - Selectarea unor biomateriale și straturi nano și micro structurate care îmbunătățesc proprietățile suprafețelor cu referire la rezistența la uzură și rezistența la coroziune în medii specifice biologice precum și impactul cu mediul.
  - Integrarea cercetării universitare românești în rețeaua europeană.
  - Promovarea cercetării fundamentale în domeniul biomaterialelor, straturilor nano și micro structurate și tribocoroziunii acestora (coroziune și uzură în medii specifice).

- **Descrierea științifică și tehnică a rezultatelor și gradul de realizare a obiectivelor**

Obiectivele proiectului au fost realizate în totalitate (100 %) cu următoarele rezultate:

**14 publicații** în reviste internaționale din care:

3 publicații indexate ISI.

11 publicații în baze de date internaționale recunoscute.

**14 participări** cu contribuții (prezentări orale) la conferințe internaționale.

Organizarea unui Workshop Internațional, *NanoSurf / 2014*, cu participarea partenerilor din Franța.

**1 Susținere publică** a unei teze de doctorat în domeniul proiectului cu participarea partenerului din Franța în juriu.

**1 participare** în proiect internațional CEA-IFA, C2-02, cu tematică apropiată proiectului bilateral.

- **Vizite de lucru efectuate pe durata proiectului bilateral**

Cinci (5) Vizite de lucru din partea partenerului Român la partenerul Francez.

Patru (4) Vizite de lucru din partea partenerului Francez la partenerul Român.

- **Posibilități de valorificare economică a rezultatelor obținute**

-Rezultatele obținute pe perioada proiectului au potențial mare de valorificare economică și se va face o strategie de valorificare a lor din punct de vedere economic. Acest aspect necesită o altă finanțare.

---

<sup>a</sup> Se va scrie titlul proiectului ca în Contract

<sup>b</sup> Se va scrie numele și prenumele Reprezentantului legal al contractorului (conducătorul de proiect)

<sup>c</sup> Se va scrie numele și prenumele Directorului de proiect

<sup>d</sup> Se va scrie numele și prenumele Reprezentantului legal al partenerului străin