

**RAPORT ȘTIINȚIFIC INTEREDIAR**  
**02/09/2013 - 30-12/2014**

Titlul proiectului:

**Noi funcționalizări hibride (anorganic – organic) a suprafețelor biomaterialelor (metale, aliaje) cu molecule bioactive prin tehnici electrochimice.**

Acronim:

**HyBioElect**

**Contract 10 / 30-08-2014**

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

**I. Obiectivele prevăzute în Planul de realizare al proiectului** pentru etapa intermediară (02/09/2013 – 31/12/2014) au fost realizate în proporție de 100 %, conform descrierii următoare.

**Obiectivul 1 - Managerierea cu succes a proiectului**

Managementul proiectului a fost asigurat pe toată perioada etapei intermediare, fiind realizate următoarele activități:

S-au planificat activitățile membrilor echipei.

S-au planificat reuniunile echipei.

S-au planificat activitățile experimentale și s-au elaborat protocoale experimentale pe etape și activități de obținere a suprafețelor funcționale și de caracterizare a lor (confidențiale pentru membrii echipei).

S-au identificat 137 de articole bibliografice în domeniul temei proiectului care s-au clasificat într-un tabel, numărul din tabel corespunde numărului din dosarul cu fișierele pdf descărcate.

S-a realizat gestionarea tehnică, contractuală, financiară și administrativă aferentă perioadei de raportare.

S-a realizat gestionarea cunoștințelor și managementul de diseminare a rezultatelor (publicații și participări conferințe).

**Rezultatul** acestui obiectiv pentru toată etapa intermediară (02/09/2013 – 31/12/2014) a proiectului conform planului de realizare a proiectului îl reprezintă asigurarea unui management de calitate al proiectului, fiind realizate toate activitățile menționate. Rezultatele acestor activități sunt confidențiale pentru membrii echipei și au constatat în: planificarea activităților membrilor echipei, planificarea reuniunilor echipei, planificarea și coordonarea activităților experimentale, de mobilități și diseminare precum și elaborarea de protocoale experimentale pe etape și activități de obținere a suprafețelor funcționale și de caracterizare a lor.

**Obiectivul 2 - Cercetări experimentale privind mecanismul și cinetica de obținere a suprafețelor biofuncționale hibride cu nano bio particulele de oxid de titan (TiO<sub>2</sub>).**

**Activități** planificate pentru realizarea obiectivului:

2.1. Experimentări in- situ și ex- situ pentru mecanismul și cinetica de creștere a straturilor de oxid nanoporoase (anodizare) pe diferite materiale suport (oțel inoxidabil, titan, aliaje de Ti).

2.2. Experimentări in- situ și ex- situ pentru mecanismul și cinetica de obținere a noilor suprafețe biofuncționale hibride cu nano bio particulele de oxid de titan (TiO<sub>2</sub>).

2.3. Corelarea parametrilor de operare cu cinetica și mecanismul de obținere a suprafețelor complexe biofuncționalizate a biomaterialelor testate.

**Rezultatele** acestui obiectiv sunt confidențiale pentru membrii echipei și au fost concretizate prin elaborarea unui raport experimental, interpretarea datelor experimentale, implementarea modelelor de funcționalizare, precum și realizarea de protocoale experimentale cu parametri definiți pentru obținerea de filme de oxid nanoporoase și a suprafețelor biofuncționale cu  $\text{TiO}_2$ .

### Obiectivul 3 - Obținerea de noi suprafețe funcționale hibride prin tehnici electrochimice de anodizare și depunerea de nano bio particulele de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ).

**Activități** planificate pentru realizarea obiectivului:

- 3.1. Optimizarea parametrilor de anodizare
- 3.2. Optimizarea parametrilor de electrodepunere de nano bio particulele oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ).
- 3.3. Obținerea suprafețelor cu filme subțiri nanoporoase.
- 3.4. Obținerea suprafețelor biofuncționalizate cu nano bio particulele de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ), pe materialele suport la parametri optimi pentru realizarea testelor specifice în mediile de lucru (coroziune).
- 3.5. Studii privind efectul sinergic al moleculelor de  $\text{TiO}_2$  pe substratul metalic al noilor suprafețe hibride.
- 3.6. Studii experimentale a proceselor care au loc la interfața suprafețelor biofuncționale cu  $\text{TiO}_2$  / mediile de lucru.

**Rezultatele** acestui obiectiv sunt confidențiale pentru membrii echipei și au fost materializate prin: elaborarea unei sinteze privind stabilirea parametrilor optimi de obținere a suprafețelor funcționale cu filme subțiri nanoporoase și  $\text{TiO}_2$ , sistematizarea și prelucrarea datelor experimentale, elaborarea unui raport al rezultatelor experimentale de obținere a filmelor subțiri nanoporoase și a suprafețelor funcționale cu  $\text{TiO}_2$ .

În cadrul obiectivului 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. privind raportarea intermediară a proiectului sunt descrise realizările științifice aferente acestei etape (02/09/2013 – 31/12/2014). Câteva rezultate obținute privind realizarea acestor noi suprafețe funcționale hibride prin tehnici electrochimice de anodizare și depunere de nano bio particulele de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ) sunt sintetizate în cadrul obiectivului cu numărul 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. – Raportarea intermediară a proiectului.

### Obiectivul 4 - Investigatii a proprietăților de suprafață structurale și mecanice prin tehnici avansate a noilor suprafețe anodizate și biofuncționale hibride cu nano bio particulele de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ).

**Activități** planificate pentru realizarea obiectivului:

- 4.1. Caracterizarea suprafețelor cu filme subțiri nanoporoase.
- 4.2. Caracterizarea filmului complex pasiv de pe noile suprafețe funcționalizate hibride cu  $\text{TiO}_2$ .
- 4.3. Caracterizarea suprafețelor funcționalizate cu  $\text{TiO}_2$  a biomaterialelor (grosime, compoziția suprafeței).
- 4.4. Caracterizarea aderenței, a rugozității și a microdurității (AFM, nanoidentare) a noilor biosuprafețe hibride cu nano bio particulele de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ).
- 4.5. Investigarea morfologiilor suprafețelor și compoziționale, caracterizarea structurală a noilor suprafețe biofuncționalizate hibride cu  $\text{TiO}_2$  (SEM, EDX, microtopografie de rezoluție ridicată).

**Rezultatele** acestui obiectiv sunt confidențiale pentru membrii echipei și au fost concretizate prin elaborarea unui raport al rezultatelor experimentale de caracterizare a proprietăților de suprafață structurale și mecanice a suprafețelor anodizate și a suprafețelor funcționale cu  $\text{TiO}_2$  prin tehnici avansate.

În cadrul obiectivului 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. privind raportarea intermediară a proiectului sunt descrise realizările științifice aferente acestei etape intermediare (02/09/2013 – 31/12/2014). Câteva rezultate obținute privind investigarea proprietăților de suprafață structurale și mecanice prin tehnici avansate a noilor suprafețe anodizate și biofuncționale hibride cu nano bio particulele de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ) sunt sintetizate în cadrul obiectivului cu numărul 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. – Raportarea intermediară a proiectului.

## Obiectivul 5 - Investigatii experimentale a proprietăților de rezistență la coroziune a noilor suprafețe anodizate și biofuncționale hibride cu nano bio particulele de oxid de titan (TiO<sub>2</sub>).

**Activități** planificate pentru realizarea obiectivului:

- 5.1. Experimentări de comportare la coroziune în diferite medii specifice și soluții ce simulează fluidele din corpul uman (SBF) prin metode electrochimice în curent continuu: E(t), LP, PD, Rp a suprafețelor anodizate și a suprafețelor biofuncționalizate cu TiO<sub>2</sub>.
- 5.2. Studiul modificărilor de suprafață ale probelor supuse testelor de coroziune.
- 5.3. Analiza, prelucrarea și interpretarea datelor experimentale de comportare la coroziune a suprafețelor anodizate și a suprafețelor biofuncționalizate cu TiO<sub>2</sub>.

**Rezultatele** acestui obiectiv sunt confidențiale pentru membrii echipei și au fost materializate prin redactarea unui raport științific al rezultatelor experimentale de comportare la coroziune a suprafețelor anodizate și a suprafețelor funcționale cu TiO<sub>2</sub>.

În cadrul obiectivului 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. privind raportarea intermediară a proiectului sunt descrise realizările științifice aferente acestei etape intermediare (02/09/2013 – 31/12/2014). Câteva rezultate obținute privind investigarea proprietăților de rezistență la coroziune a noilor suprafețe anodizate comparativ cu suprafețele netratate sunt sintetizate în cadrul obiectivului cu numărul 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. – Raportarea intermediară a proiectului.

## Obiectivul 6 - Corelarea parametrilor de operare cu proprietățile suprafețelor funcționalizate obținute

**Activități** planificate pentru realizarea obiectivului:

- 6.1. Corelarea parametrilor de operare cu proprietățile morfologice, structurale, compoziționale, rezistență la coroziune și mecanice a suprafețelor biofuncționalizate hibride anorganice-organice cu TiO<sub>2</sub> a biomaterialelor testate.

**Rezultatele** acestui obiectiv sunt confidențiale pentru membrii echipei și au fost concretizate prin elaborarea unui raport privind rezultatele științifice și interpretarea diagramelor cu corelarea rezultatelor experimentale a suprafețelor funcționale cu TiO<sub>2</sub>.

## Obiectivul 7 - Mobilități

**Activități** planificate pentru realizarea obiectivului:

### 7.1. Mobilități interne.

**Rezultatele** acestei activități au fost concretizate astfel:

Pentru activitatea de mobilitate internă au beneficiat tinerii cercetători dr. ing. Eliza DĂNĂILĂ (angajată pe proiect pe poziția de cercetare post doctorală) și Bogdan-Sorin BAȘA (angajat pe proiect pe poziția de student master – inginer – timp parțial). Aceștia au participat cu interes la lucrările prezentate în diferitele secțiuni din cadrul conferinței internaționale **8<sup>th</sup> International Conference on Tribology - BALKANTRIB'14**. Pentru această conferință au fost plătite cele două taxe de participare precum și diurna și cazarea aferente deplasării. În cadrul acestei conferințe Eliza DĂNĂILĂ a prezentat o lucrare orală cu câteva rezultate obținute în cadrul acestei etape a proiectului de cercetare, iar Bogdan-Sorin BAȘA a susținut o lucrare orală cu activitatea lui anterioară din lucrarea de licență, complementară activităților din domeniul proiectului de cercetare, fiind coordonat de directorul de proiect prof. dr. Lidia Benea. Participarea celor doi tineri cercetători la diferitele lucrări prezentate în cadrul acestei conferințe a condus la consolidarea noțiunilor științifice în domeniul temei de cercetare, iar temele de interes au vizat printre altele *Surface Engineering*, *Coating Tribology*, *Tribochemistry*, *Biotribology*, domenii de interes complementare prezentului proiect de cercetare.

De asemenea au fost plătite 2 taxe de participare la conferința internațională **VI<sup>th</sup> Edition of International Conference - UgalMat 2014** pentru studentul doctorand Iulian BOUNEGRU și Bogdan-Sorin BAȘA, ambii

fiind membri ai echipei proiectului. Aceștia au susținut două lucrări orale în care au prezentat câteva rezultate obținute în cadrul tezei de doctorat, respectiv viitoarea lucrare de disertație și care se încadrează în activitățile științifice din domeniul proiectului de cercetare. Lucrările susținute la cele două conferințe descrise anterior sunt prezentate în detaliu în cadrul obiectivului cu numărul 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.2 – Participări la conferințe.

Pentru activitatea de mobilitate internă, în luna noiembrie 2013 a beneficiat tânărul cercetător dr. ing. Eliza DĂNĂILĂ, angajat pe proiect pe poziția de cercetare post doctorală. A participat astfel cu interes la lucrările prezentate în diferitele secțiuni din cadrul conferinței **IEEE International Conference on e-Health and Bioengineering, EHB 2013 - "Improving Quality of Life through Research and Innovation**. Participarea tânărului cercetător la diferitele lucrări prezentate a condus la consolidarea cunoștințelor sale în domeniul temei de cercetare, iar temele de interes au vizat printre multe altele **Medical devices, Measurements, Instrumentation, Biomaterials and Biotechnologies, Teaching, e-Learning, Management in Health Care**, teme complementare prezentului proiect de cercetare.

## 7.2. Mobilități externe

Pentru activitatea de cercetare științifică experimentală complementară s-au realizat mobilități externe la instituții cu care avem acorduri de colaborare. Pentru diseminarea rezultatelor mobilitățile externe s-au efectuat pentru participarea la conferințe internaționale de specialitate.

**Rezultatele** acestei activități au fost concretizate astfel:

În ceea ce privește mobilitățile externe efectuate în scopul activității complementare experimentale au fost desfășurate două deplasări externe. Prima deplasare a fost efectuată de către directorul de proiect prof. univ. dr. Lidia BENEĂ, în perioada 30 iunie – 16 iulie 2014, în cadrul laboratorului de Ingineria Procesării Materialelor (Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux - LGPM) Ecole Centrale Paris, în localitatea Paris - Chatenay Malabry, țara Franța. Cea de a doua deplasare a fost realizată de tânărul cercetător dr. ing. Eliza DĂNĂILĂ (angajată pe proiect pe poziția de cercetare post doctorală) în perioada 9 – 16 noiembrie 2014, la același laborator de Ingineria Procesării Materialelor (Laboratoire de Génie des Procédés et Matériaux - LGPM) Ecole Centrale Paris, Franța. În cadrul celor două deplasări externe efectuate în scopul activității complementare experimentale au fost derulate experimentări de caracterizare morfologică și structurală cu ajutorul microscopului electronic cu baleiaj (SEM-EDX), au fost determinate rugozitățile (prin ultra-high microtopografie optică) și microduritățile (prin metoda Vickers realizată cu ajutorul unui Micro-tester de tip LECA M-400-H1) probelor elaborate în cadrul Centrului de Competențe Interfețe – Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES).

Pentru activitatea de mobilitate externă în luna noiembrie 2013 a beneficiat tânărul cercetător dr. ing. Eliza DĂNĂILĂ, angajat pe proiect pe poziție de cercetare post doctorală. A participat astfel la **NanotechItaly 2013**, la workshopurile și prezentările din partea reprezentanților comisiei europene referitoare la programul cadru Horizon 2020. La Workshopul **From the Lab to the Market**, a primit informații și instruire despre modul cum se pot organiza și exploata lucrările experimentale ale unui proiect de cercetare pentru un transfer mai eficient către posibili parteneri din producție (din sectorul economic), activitate complementară proiectului de cercetare în această etapă. La workshopul **Nanotechnology and Patents** a beneficiat de instruirea în domeniul exploatării rezultatelor de cercetare prin propuneri de invenții. Atât directorul de proiect cât și tânărul cercetător post doctoral au participat la discuții cu reprezentanți ai altor instituții de cercetare, universitare sau economice în sistemul **Networking** pentru stabilirea de colaborări viitoare în domeniul **Nanotechnologies for medicine**, în care grupul proiectului să producă prin metode electrochimice suprafețe nanostructurate prin metode electrochimice, cu aplicabilitate în domeniul biomedical și parteneri externi să participe cu caracterizarea lor prin metode avansate și specifice (activități complementare).

În cadrul obiectivului 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. privind raportarea intermediară a proiectului sunt descrise realizările științifice aferente acestei etape (02/09/2013 – 31/12/2014). Câteva rezultate obținute în cadrul celor două deplasări efectuate pentru activitatea complementară experimentală sunt sintetizate în cadrul obiectivului cu numărul 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.6. – Raportarea intermediară a proiectului.

## 7.3. Mobilități externe pentru diseminarea rezultatelor. Conferințe. Congrese.

**Rezultatele** acestei activități au fost concretizate astfel:

Activitatea de mobilitate externă efectuată pentru diseminarea rezultatelor proiectului cuprinde participarea directorului de proiect prof. univ. dr. Lidia BENEĂ la congresul internațional **30-European Conference on Surface Science (ECOSS-30)**, unde a susținut 1 lucrare prezentare orală și o lucrare prezentare poster. De asemenea tânărul cercetător dr. ing. Eliza DĂNĂILĂ a participat la **International Scientific Conference - Corrosion 2014** unde a susținut 1 lucrare prezentare orală și o lucrare prezentare poster iar directorul de proiect Lidia BENEĂ a susținut un **invited keynote lecture**.

Un raport detaliat cu activitatea de mobilitate externă efectuată pentru diseminarea rezultatelor proiectului care cuprinde datele complete ale conferințelor și ale lucrărilor susținute este prezentat în cadrul obiectivului cu numărul 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor, activitatea 8.2 – Participări la conferințe.

## Obiectivul 8 - Activități suport pentru diseminarea rezultatelor

**Activități** planificate pentru realizarea obiectivului și **rezultatele** obținute:

### 8.1. Articole publicate.

**Rezultate: 8.1.1. Publicații în reviste internaționale indexate ISI – un număr de 4 articole (din care 2 în ISI Journals și 2 în ISI Proceedings).**

1. Lidia BENEĂ, Eliza MARDARE-DĂNĂILĂ, Marilena MARDARE, Jean-Pierre CELIS, **Preparation of titanium oxide and hydroxyapatite on Ti-6Al-4V alloy surface and electrochemical behavior in bio-simulated solution**, *Corrosion Science*, 80, 331 – 338, (2014).

DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.corsci.2013.11.059>

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0010938X13005416>

Impact Factor=3.686.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare este de 100%.

2. Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Jean-Pierre CELIS, **Increasing the tribological performances of Ti-Al-4V alloy by forming a thin nanoporous TiO<sub>2</sub> layer and hydroxyapatite electrodeposition under lubricated conditions**, *Tribology International*, 78, 168 – 175, (2014).

DOI: [10.1016/j.triboint.2014.05.013](http://dx.doi.org/10.1016/j.triboint.2014.05.013)

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301679X14001911>

Impact Factor=2.124.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare este de 100%.

### ISI Proceedings:

3. Eliza DANAILA, Lidia BENEĂ, Iulian BOUNEGRU, **Corrosion behavior of novel hybrid Co/UHMWPE composite biocoating with applications as biomaterials**, special issue of [Solid State Phenomena](#), Proceedings of International Scientific Conference CORROSION 2014, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland. p. 1-4. (în curs de publicare).

ISSN: 1662-9779. Editura: TRANS TECH PUBLICATIONS, Materials Science and Engineering..

**Indexed:** SCOPUS [www.scopus.com](http://www.scopus.com) and Ei Compendex (CPX) [www.ei.org/](http://www.ei.org/). Cambridge Scientific Abstracts (CSA) [www.csa.com](http://www.csa.com), Chemical Abstracts (CA) [www.cas.org](http://www.cas.org), Google and Google Scholar [google.com](http://google.com), ISI (ISTP, CPCI, Web of Science) [www.isinet.com](http://www.isinet.com), Institution of Electrical Engineers (IEE) [www.iee.org](http://www.iee.org), etc.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare este de 100%.

4. Lidia BENEĂ, **Nanocomposite layers obtained by electro-co-deposition: Corrosion and tribocorrosion properties**, special issue of [Solid State Phenomena](#), Proceedings of International Scientific Conference CORROSION 2014, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland, p. 1-4. (în curs de publicare).

ISSN: 1662-9779. Editura: TRANS TECH PUBLICATIONS, Materials Science and Engineering.

**Indexed:** SCOPUS [www.scopus.com](http://www.scopus.com) and Ei Compendex (CPX) [www.ei.org/](http://www.ei.org/). Cambridge Scientific Abstracts (CSA) [www.csa.com](http://www.csa.com), Chemical Abstracts (CA) [www.cas.org](http://www.cas.org), Google and Google Scholar [google.com](http://google.com), ISI (ISTP, CPCI, Web of Science) [www.isinet.com](http://www.isinet.com), Institution of Electrical Engineers (IEE) [www.tee.org](http://www.tee.org), etc.  
 Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare este de 50%, iar restul de 50% fiind atribuit proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

**Rezultate: 8.1.2. Publicații în reviste incluse în baze de date internaționale (BDI) – un număr de 8 articole plus 3 rezumate publicate în volume cu ISBN**

**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 este de 45%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

**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 este de 50%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

**3. Sorin Bogdan BAȘA, Lidia BENEĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre PONTIAUX, 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 este de 45%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

**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 este de 50%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

**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 este de 50%, proiectului POSDRU/159/1.5/S/138963 acronim - *Perform* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

**6. 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 este de 45%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

**7. Marilena PRALEA – MARDARE, Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILA, Iulian BOUNEGRU, Effect of Electroplating Parameters on UHMWPE Co-deposition into Cobalt Matrix.** Published in **E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2013, p. 1-4**, ISBN 978-1-4799-2372-4.

**DOI: 10.1109/EHB.2013.6707233.**

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6707233>.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**8. Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Jean-Pierre CELIS, Influence of Contact Frequencies on Corrosion Behavior of Ti-6Al-4V Alloy during Fretting in Physiological Solution.** Published in **E-Health and Bioengineering Conference (EHB), 2013, p. 1-4**, ISBN 978-1-4799-2372-4.

**DOI: 10.1109/EHB.2013.6707420.**

<http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?arnumber=6707420>.

Aportul științific al acestui articol în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**9. 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.

**Book of Abstracts.** Publishing House Petroleum–Gaz University of Ploiești, România.

ISBN: 978–973–719–571–5.

**10. 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.

**Book of Abstracts.** Publishing House Petroleum–Gaz University of Ploiești, România.

ISBN: 978–973–719–571–5.

**11. Sorin Bogdan BAȘA, Lidia BENEĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre PONTIAUX, 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.

**Book of Abstracts.** Publishing House Petroleum–Gaz University of Ploiești, România.

ISBN: 978–973–719–571–5.

## 8.2. Participări la conferințe.

**Rezultate: 8.2.1. Lucrări prezentate și participări la Conferințe Internaționale** – s-a participat la un număr de conferințe internaționale egal cu 8 în cadrul cărora au fost prezentate **17 lucrări orale, 3 lucrări invitate, 1 invited keynote și 4 postere, astfel:**

**Patru (4) 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.

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

**1. Oral presentation: Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Pierre PONTIAUX, 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/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 45%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare a fost suportată din proiectul de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

**2. Oral presentation: Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Challenges in corrosion protection using vegetables extract as inhibitors**, 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/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 45%, iar restul de 55% fiind atribuit proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare a fost suportată din proiectul de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

**3. 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/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 50%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare a fost suportată din prezentul proiect de cercetare.

**4. Oral presentation: Iulian BOUNEGRU, Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Alexandru CHIRIAC, Improving biocompatibility of Co–Cr alloy used in dentistry by surface modification with electrochemical methods**, 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/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare a fost suportată din prezentul proiect de cercetare.

**Șase (6) 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.

[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. Dr. Pierre Ponthiaux, Prof. Dr. ir. Jean-Pierre Celis, La démarche scientifique ou le questionnement comme méthode d'Apprentissage**, 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. Dr. ir. Jean-Pierre Celis, Dr. ir. Emmanuel Georgiou, Co-Sn and Ni-Sn alloy electrocoatings**, 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: Felicia BRATU, Environment Sectoral Operational Programme - 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: Alina CIUBOTARIU, Lidia BENEĂ, Challenges and achievements in new composite coatings materials obtained by electro – codeposition – from micro to nano particles reinforcements**, 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)

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 45%, iar restul de 55% fiind atribuit proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

**5. Oral presentation: Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Titanium alloy – Electrochemical methods to improve surface properties for biomedical applications**, 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)

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**6. Oral presentation: Iulian BOUNEGRU, Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Hybrid coatings – news from chitosan electrodeposition**, 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)

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**Două (2) lucrări prezentate la: 30<sup>th</sup> European Conference on Surface Science ECOSS 30**, Sessions: Bio–Surfaces + Self–Assembled Monolayers (BIO+SAM) and Materials + Surface–Engineering (MAT+ENG), 31 August – 05 September 2014, Antalya, Turkey.

<http://ecoss2014.org/>

**1. Poster presentation: Eliza DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Iulian BOUNEGRU, Influence of the anodic nanoporous oxide film on the corrosion resistance of Ti – 6Al – 4V alloy in physiological solution**, 30<sup>th</sup> European Conference on Surface Science **ECOSS 30**, Session: Bio–Surfaces + Self–Assembled Monolayers (BIO+SAM), Poster ID: BIO + SAM P-277 Tu–659, pg 495 – Book of Abstracts, 31 August–05 September 2014, Antalya, Turkey.

<http://ecoss2014.org/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă, transport) au fost suportate din prezentul proiect de cercetare.

**2. Oral presentation: Lidia BENEĂ, Pierre PONTIAUX, Nanocomposite coatings to improve corrosion and wear resistance of surfaces**, 30<sup>th</sup> European Conference on Surface Science **ECOSS 30**, Session: Materials + Surface–Engineering (MAT+ENG), Title index: MAT + ENG O–28 Tu–F14–666, pg 546 – Book of Abstracts, 31 August – 05 September 2014, Antalya, Turkey.

<http://ecoss2014.org/>.

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 55%, iar restul de 45% fiind atribuit proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă, transport) au fost suportate din prezentul proiect de cercetare.

**Trei (3) lucrări prezentate la: 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology Balkantrib`14**, Session: Tribochemistry (Tchem), 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România.

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

**1. Oral presentation: Lidia BENEĂ, Studying tribocorrosion processes in biomedical and industrial applications**, 8<sup>th</sup> International Conference on Tribology Balkantrib`14, Session: Tribochemistry (Tchem), 30 October – 1 November 2014, Sinaia, România, pg. 91, Book of Abstracts, ISBN: 978–973–719–571–5.

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

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 45%, iar restul de 55% fiind atribuit proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă, transport) au fost suportate din proiectul de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

**2. 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/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 95%, iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

Taxa de participare la conferință și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă) pentru această lucrare au fost suportate din prezentul proiect de cercetare.

**3. Oral presentation: Bogdan–Sorin BAȘA, Lidia BENEĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre PONTIAUX, Jean Pierre CELIS, Tribocorrosion behavior of Ni/TiC nanocomposite coatings in solution simulating the corrosion environment for 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/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 50%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 45% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

Taxa de participare la conferință și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă) pentru această lucrare au fost suportate din prezentul proiect de cercetare.

Trei (3) lucrări prezentate la: **International Scientific Conference CORROSION 2014**, Session 1 and 2, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland.

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

**1. Poster presentation:** Bogdan–Sorin BAȘA, Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, **Corrosion behavior of novel hybrid Co/UHMWPE composite biocoating with applications as biomaterials**, International Scientific Conference **CORROSION 2014**, Session 2, Poster ID: TH-47, 18 – 21 November 2014, Gliwice, Poland.

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

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă, transport) au fost suportate din prezentul proiect de cercetare.

**2. Keynote lecture:** 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>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 45%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr* fiindu-i atribuit un procent de 50% iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă, transport) au fost suportate din proiectul de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – *NanoSurfCorr*.

**3. 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>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 95%, iar restul de 5% fiind atribuit proiectului de cercetare bilateral RO-FR, ANCS – Capacitati 702 / 30.04.2013, acronim - *CorrBioMat*.

Taxa de participare la conferință pentru această lucrare și costurile adiacente deplasării (cazare, diurnă, transport) au fost suportate din prezentul proiect de cercetare.

Două (2) lucrări prezentate la: **IEEE International Conference on e–Health and Bioengineering, EHB 2013 – 4<sup>th</sup> edition – Improving Quality of Life through Research and Innovation**, Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy of Iași, 21 – 23 November 2013, Iași, România.

<http://www.ehbconference.ro/Home.aspx>

**1. Oral presentation:** Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Jean-Pierre CELIS, **Influence of Contact Frequencies on Corrosion Behavior of Ti-6Al-4V Alloy during Fretting in Physiological Solution**, IEEE International Conference on e–Health and Bioengineering, EHB 2013 – 4<sup>th</sup> edition – *Improving Quality of Life through Research and Innovation*, Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy of Iași, Session: Biomaterials and Biotechnologies, ID 98, 21 – 23 November 2013, Iași, România.

<http://www.ehbconference.ro/Home.aspx>

**2. Poster presentation:** Marilena PRALEA – MARDARE, Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Iulian BOUNEGRU, **Effect of Electroplating Parameters on UHMWPE Co-deposition into Cobalt Matrix**, IEEE International Conference on e–Health and Bioengineering, EHB 2013 – 4<sup>th</sup> edition – *Improving Quality of Life through Research and Innovation*, Grigore T. Popa University of Medicine and Pharmacy of Iași, Session: Biomaterials and Biotechnologies, poster ID 100, 21 – 23 November 2013, Iași, România.

<http://www.ehbconference.ro/Home.aspx>

O (1) lucrare prezentată la: **International conference NanotechITALY 2013 – Key enabling technologies for responsible innovation, New Materials and Processes; Manufacturing and Nanofabrication - session, NEWMAT\_P5**, 27 – 29 November 2013, Venice, Italy.

<http://2013.nanotechitaly.it/>

**1. Poster presentation: Eliza MARDARE – DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Iulian BOUNEGRU, Jean-Pierre CELIS, Controlled Growth of Nanoporous TiO<sub>2</sub> Oxide Layer as Support for Hydroxyapatite Electrodeposition on Ti-6Al-4V Alloy**, International conference **NanotechITALY 2013 – Key enabling technologies for responsible innovation**, Session New Materials and Processes - Manufacturing and Nanofabrication, Poster ID: NEWMAT\_P15, 27 – 29 November 2013, Venice, Italy.

<http://2013.nanotechitaly.it/>.

**Patru (4) lucrări prezentate la: The Second International Conference of Young Researchers - New trends in environmental and materials engineering (TEME)**, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Dunărea de Jos University of Galați, 28 – 30 October 2013, Galați, Romania.

<http://www.fimm.ugal.ro/teme/>.

**1. Oral presentation: Iulian BOUNEGRU, Lidia BENEĂ, Eliza DĂNĂILĂ, Alexandru CHIRIAC, Properties and biomedical applications of chitosan**, The Second International Conference of Young Researchers – *New trends in environmental and materials engineering (TEME)*, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Dunărea de Jos University of Galați, 28 – 30 October 2013, Galați, Romania.

<http://www.fimm.ugal.ro/teme/>.

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%,

**2. Oral presentation: Lidia BENEĂ, Marilena MARDARE (PRALEA), Effects of UHMWPE inclusion on the surface morphology and corrosion resistance of Co/UHMWPE hybrid biocoatings**, The Second International Conference of Young Researchers – *New trends in environmental and materials engineering (TEME)*, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Dunărea de Jos University of Galați, 28 – 30 October 2013, Galați, Romania.

<http://www.fimm.ugal.ro/teme/>.

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**3. Oral presentation: Alina CIUBOTARIU, Lidia BENEĂ, Pierre PONTIAUX, Francois WENGER, Effect of mean diameter size of disperse phase on morphology and corrosion resistance of phenol – formaldehyde resin /Zn coatings**, The Second International Conference of Young Researchers – *New trends in environmental and materials engineering (TEME)*, Faculty of Materials and Environmental Engineering, Dunărea de Jos University of Galați, 28 – 30 October 2013, Galați, Romania.

<http://www.fimm.ugal.ro/teme/>.

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**4. Oral presentation: Sorin Bogdan BAȘA, Lidia BENEĂ, Nadège CARON, Olivier RAQUET, Pierre PONTIAUX, Jean-Pierre CELIS, Electrochemical synthesis and characterization of Ni/WC nanocomposite layers**, The Second International Conference of Young Researchers “*New trends in environmental and materials engineering*” (TEME), 28 - 30 Octombrie 2013, Galați, Romania.

<http://www.fimm.ugal.ro/teme/>.

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 50%, proiectului de cercetare din programul IFA-CEA-ANCS Capacități – Modulul III cu nr. C2-02 / 01-03-2012 și acronimul – NanoSurfCorr fiindu-i atribuit un procent de 50%.

**Rezultate: 8.2.2. Lucrări prezentate și participări la Conferințe naționale** – s-a participat la un număr de conferințe naționale egal cu 2 în cadrul cărora au fost prezentate **1 Invited conference, 2 lucrări orale și 1 poster**.

Trei (3) lucrări prezentate la: **Conferința Științifică a Școlilor Doctorale din Universitatea Dunărea de Jos din Galați – Ediția a II-a**, Secțiunea 3 – Materiale Funcționale și Nanotehnologii (Scientific Conference of Doctoral Schools from Dunărea de Jos University of Galați – Second Edition, Section 3 – Nanotechnologies and Functional Materials), 15 – 16 Mai 2014, Galați, România.

<http://www.cssd-udjg.ugal.ro/>

**1. Invited conference: Eliza MARDARE DĂNĂILĂ, Lidia BENEĂ, Iulian BOUNEGRU, I.3.1 - Corrosion resistance investigation of Co/UHMWPE hybrid coatings in physiological solution by electrochemical impedance spectroscopy method**, Conferința Științifică a Școlilor Doctorale din Universitatea Dunărea de Jos din Galați – Ediția a II-a, Secțiunea 3 – Materiale Funcționale și Nanotehnologii (Scientific Conference of Doctoral Schools from Dunărea de Jos University of Galați – Second Edition, Section 3 – Nanotechnologies and Functional Materials), 15 – 16 Mai 2014, Galați, România, pg. 22–23 – Book of Abstracts.

<http://www.cssd-udjg.ugal.ro/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**2. Oral presentation: Iulian BOUNEGRU, Lidia BENEĂ, Alexandru CHIRIAC, P.O.3.2 - Hybrid inorganic – organic nanocomposite coatings obtained by chitosan electrodeposition**, Conferința Științifică a Școlilor Doctorale din Universitatea Dunărea de Jos din Galați – Ediția a II-a, Secțiunea 3 – Materiale Funcționale și Nanotehnologii (Scientific Conference of Doctoral Schools from Dunărea de Jos University of Galați – Second Edition, Section 3 – Nanotechnologies and Functional Materials), 15 – 16 Mai 2014, Galați, România, pg. 40–41 – Book of Abstracts.

<http://www.cssd-udjg.ugal.ro/>

**Lucrarea prezentată a obținut premiul al II-lea în cadrul Conferinței**

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**3. Poster presentation: Doru MATEI, Lidia BENEĂ, P.P.3.3 - Current status of research in functional nanocomposites coatings (films) obtained by electrochemical methods and their applications**, Conferința Științifică a Școlilor Doctorale din Universitatea Dunărea de Jos din Galați – Ediția a II-a, Secțiunea 3 – Materiale Funcționale și Nanotehnologii (Scientific Conference of Doctoral Schools from Dunărea de Jos University of Galați – Second Edition, Section 3 – Nanotechnologies and Functional Materials), 15 – 16 Mai 2014, Galați, România, pg. 87–88 – Book of Abstracts.

<http://www.cssd-udjg.ugal.ro/>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

**O (1) lucrare prezentată la: Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești UgalMat Junior 2014**, Secțiunea IV – Monitorizarea Factorilor de Mediu, 22 – 23 Mai 2014, Galați, România,

<http://fimm.ugal.ro/new/index.php/sesiunea-de-comunicari-stiitifice>

**1. Oral presentation – Cristina BUTUNOI, Mihaela COVACI, Inhibitori de coroziune ecologici din extracte vegetale pentru cupru în medii acide**, Coordonator științific: **Lidia BENEĂ**, Sesiunea Națională de Comunicări Științifice Studentești UgalMat Junior 2014, Secțiunea IV – Monitorizarea Factorilor de Mediu, 22 – 23 Mai 2014, Galați, România,

<http://fimm.ugal.ro/new/index.php/sesiunea-de-comunicari-stiitifice>

Aportul științific al acestei prezentări în actualul proiect de cercetare este de 100%.

### 8.3. Rapoarte științifice intermediare ale tezei de doctorat.

**Rezultatul** acestui obiectiv este confidențial pentru membrii echipei și a fost materializat prin elaborarea și prezentarea unui raport științific de către doctorandul Iulian Bounegru, care este coordonat științific de către prof univ dr Lidia Benea. Acest raport științific face parte din teza de doctorat a studentului doctorand.

### 8.4. Rapoarte intermediare PostDoc.

**Rezultatul** acestui obiectiv este confidențial pentru membrii echipei și a fost concretizat într-un raport științific de cercetare privind activitatea cercetătorului postdoctoral, Dr. Eliza Dănăilă, aferentă proiectului de cercetare.

#### 8.5. Pagină web interactivă.

**Rezultatul** acestui obiectiv îl reprezintă realizarea unei pagini web publice a proiectului care se poate accesa la următoarele adrese web:

Pe site-ul **Centrului de Cercetare (Competențe): Interfețe – Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES)**

<http://www.cc-ites.ugal.ro/>

<http://www.cc-ites.ugal.ro/proiecte.htm>

[http://www.cc-ites.ugal.ro/in\\_derulare.htm](http://www.cc-ites.ugal.ro/in_derulare.htm)

Pe site-ul facultății de **Inginerie**:

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

**Pe site-ul Universității Dunărea de Jos din Galați.**

S- realizat pagina web a proiectului care se poate accesa la următoarele adrese web:

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

#### 8.6. Raportarea intermediară a proiectului.

**Rezultatul** acestui obiectiv îl reprezintă realizarea unei sinteze care cuprinde descrierea rezultatelor științifice de cercetare obținute aferente acestei etape intermediare cuprinse între: **02/09/2013 – 31/12/2014.**

#### Obiectiv suplimentar realizat: Organizarea Workshopului Internațional NanoSurf 03 / 2014:

În plus față de aceste rezultate a fost organizat Workshopul Internațional **3<sup>th</sup> International Workshop on Achievement and Challenges for Functional Surfaces Obtained by Electrochemical Methods – Processing and Characterization, NanoSurf 03/2014.** Acesta a fost organizat în perioada 23 - 25 iulie 2014 la Universitatea Dunărea de Jos din Galați.

Au fost prezentate 3 lecturi invitate din care 1 din Franța – Ecole Centrale Paris, 1 colaborare Franța - Belgia – Katholieke Universiteit Leuven și 1 din România – Ministerul Mediului.

Din partea proiectelor științifice coordonate de prof. dr. Lidia BENEĂ 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. În afară de costul serviciilor de imprimare color a programelor pentru workshop restul cheltuielilor financiare nu au fost suportate din bugetul proiectului.

<http://www.cc-ites.ugal.ro/>

## II. Descrierea realizărilor științifice obținute

Domeniul biomaterialelor este considerat ca fiind unul fascinant și provocător. Este fascinant datorită aplicațiilor sale potențiale și necesității de a îmbunătăți calitatea vieții. Este provocător datorită complexităților diverse cu care se confruntă atunci când biomaterialele întâlnesc mediile biologice pentru longevitatea vieții prin menținerea sau restaurarea funcțiilor țesuturilor sau organelor.

În domeniul biomedical, modificarea suprafețelor biomaterialelor pentru implanturi a fost utilizată pentru a crea o suprafață cu proprietăți noi care sunt total diferite față de dispozitivele neacoperite. Numeroase studii s-au derulat în direcția optimizării contactului dintre os și implant, respectiv crearea de interfețe biomedicale.

Obiectivele generale ale proiectului sunt elaborarea, fabricarea și experimentarea de noi suprafețe funcționale hibride (anorganice - organice) pe biomateriale foarte rezistente la coroziune și tribocoroziune ceea ce le face să se potrivească mai bine pentru a fi utilizate ca implanturi în corpul uman.

Biomateriale metalice sunt cele mai potrivite pentru înlocuirea țesutului dur din organism de până acum. Cele mai frecvent utilizate biomateriale metalice sunt oțelurile inoxidabile, aliajele pe bază de Co și titanul și aliajele sale.

Implanturile din biomateriale metalice trebuie să îndeplinescă anumite cerințe precum: biocompatibilitate crescută, să fie non-toxice și noncancerigene, să posede proprietăți fizice și mecanice adecvate pentru a îndeplini cerințele destinate funcționării corecte în organism, rezistență ridicată la coroziune și rezistență crescută la tribocoroziune (combinația coroziunii și a uzurii pentru implanturile în mișcare). Chiar dacă implanturile din biomateriale metalice corespund cu ultimele două din cele mai importante cerințe, acestea nu îndeplinesc biofuncții, așa că trebuie să se aplice tehnici de modificare a suprafeței și biofuncționalizare a biomaterialelor metalice.

În această etapă a proiectului funcționalizarea suprafeței biomaterialelor metalice s-a făcut prin tehnici electrochimice folosind ca suport un aliaj de titan (Ti-6Al-4V) cu bionanoparticule de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ), rezultând straturi de interfață biofuncționale hibride. Modificările de suprafață ale aliajului Ti-6Al-4V în scopul biofuncționalizării au fost făcute prin metode electrochimice de oxidare anodică controlată a materialului suport (în scopul de a obține suprafețe nanoporoase) și ulterior electrodepunerea de bionanoparticule de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ) pe suprafețele nanoporoase.

A fost selectat ca material suport aliajul Ti-6Al-4V deoarece se cunoaște faptul că acesta are aplicații majore în domeniul medical precum: dentar, ortopedic, cardiovascular, dispozitive de implantare cardiovasculare, organe artificiale externe, senzori biomedicali și biosenzori, bioelectrozi - stimulare electrică și dispozitive de diagnosticare. Alegerea bionanoparticulelor de oxid de titan a fost pusă pe seama că acest material ( $\text{TiO}_2$ ) a stimulat semnificativ activitatea de cercetare deoarece posedă un număr de proprietăți aproape unice, utilizat de mai mulți ani în diverse aplicații funcționale, printre care și siguranța față de sănătatea umană.

Rezistența foarte mare la coroziune, a aliajului Ti-6Al-4V se datorează formării unui strat de oxid de titan ( $\text{TiO}_2$ ) pe suprafața acestuia. Cu toate acestea, în forma lor nativă, filme de  $\text{TiO}_2$  au proprietăți mecanice slabe și se pot deteriora foarte ușor sub condiții de uzură prin frecare sau alunecare. În plus, este periculos pentru aliajul Ti-6Al-4V să rămână în corpul uman pentru o lungă perioadă de timp, deoarece elementul Al are o neurotoxicitate puternică, cauzează în mod inevitabil îmbolnăvirea oaselor și tulburări neurologice și de asemenea vanadiul (V) este considerat a fi un element esențial în organism, dar care în cantități excesive este toxic, devenind un element citotoxic puternic. De asemenea, utilizarea acestui material în implanturi de articulații este limitată de către coeficientul lui mare de frecare și de rezistență la uzură slabă.

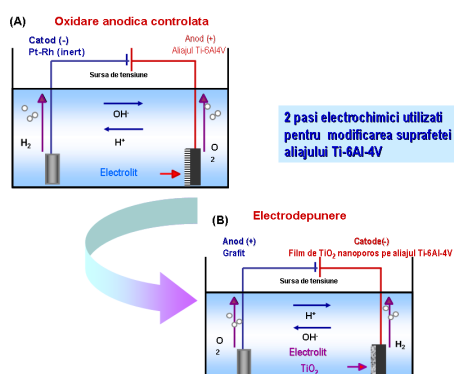
Pentru a îmbunătăți rezistența la coroziune și tribocoroziune și a induce biofuncționalizarea aliajului Ti-6Al-4V în această etapă a proiectului au fost aplicate două tehnici electrochimice de modificare a suprafeței și anume: anodizarea electrochimică și electrodepunerea de bionanoparticule de oxid de titan.

Anodizarea electrochimică este una dintre cele mai bune metode folosite pentru creșterea grosimii de film pasiv și care este capabilă să modifice și să consolideze in vitro rezistența la coroziune și tribocoroziune a titanului și aliajelor sale. Pelicula de oxid de titan reprezintă o bază pentru formarea matricei osteoinductive, pe care poate avea loc mitoză celulară osteogenă cu activitatea pe mai departe a osteoblaștilor și osteocitelor. În afară de aceasta, stratul de oxid crează condiții fizico-chimice favorabile pentru formarea legăturilor între calciu, fosfor și titan nemijlocit pe suprafața implantului. Grosimea stratului de oxid, format spontan, de pe suprafața titanului și a aliajelor sale este de câțiva nanometri. Prin utilizarea

metodelor de oxidare anodică, grosimea acestui strat de oxid poate fi mărită substanțial, până la grosimea de câțiva micrometri. Structura și grosimea stratului de oxid astfel obținut depinde de condițiile de electroliți utilizate, de tensiunea și de curentul aplicat, în cazul oxidării anodice, precum și de pH-ul soluției.

Electrodepunerea, reprezintă o altă tehnică, mult utilizată pentru modificarea suprafețelor, prin depunerea de filme bioactive pe titan și aliajele sale și care oferă o serie de avantaje combinate, cum ar fi disponibilitatea și costul scăzut al echipamentelor, simplitatea procesului, controlul rigid al grosimii acoperirilor, obținerea de forme complexe și temperatura scăzută din timpul procesului. Depunerea electrochimică a acoperirilor cu bionanoparticulelor de oxid de titan pe suprafețele titanului și aliajelor sale este un proces atractiv deoarece suprafețe neregulate (poroase, forme complexe ale substratului) pot fi acoperite relativ repede la temperaturi scăzute, și prin urmare modificările de fază nedorite pot fi evitate. În plus, grosimea, compoziția chimică și microstructura depozitelor pot fi bine controlate prin impunerea de parametri adecvați în procesul de electrodepunere. În această etapă a proiectului atenția a fost concentrată pe introducerea de straturi intermediare, ca exemplu filme de nanoporoase de oxid de titan controlate anodic, între acoperire bioactive de  $TiO_2$  și substratul de metal.

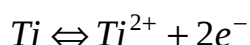
O prezentare schematică a celor două metode electrochimice angajate în această etapă a proiectului pentru modificarea suprafeței aliajului Ti-6Al-4V este redată în figura 1.



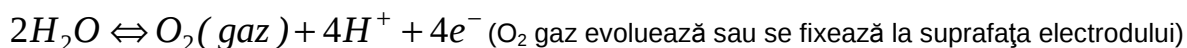
**Fig. 1.** Prezentarea schematică a celor două tratamente electrochimice utilizate la modificarea suprafeței aliajului Ti-6Al-4V

În cazul procesului de oxidare anodică a metalelor din Ti, principalele reacții care conduc la oxidarea anodului sunt următoarele:

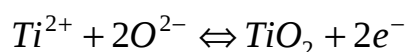
La interfața Ti/oxid de Ti:



La interfața oxid de Ti/electrolit:



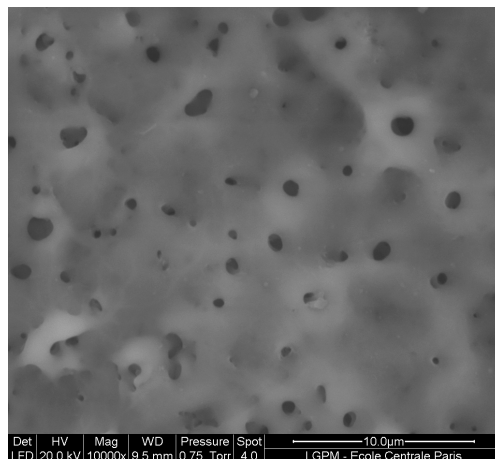
La ambele interfețe:



Ionii de titan și de oxigen formați în aceste reacții redox sunt acționați prin oxid de câmpul electric extern aplicat rezultând în formarea filmului de oxid. Oxizii de titan generați anodic prezintă o rezistivitate relativă ridicată la electrolit și părțile metalice ale circuitului electric. Căderea de tensiune aplicată se produce în principal dincolo de filmul de oxid al anodului. Atâta timp cât câmpul electric este suficient de mare pentru a conduce ionii prin oxid, va curge un curent și oxidul va continua să crească. Grosimea oxidului final,  $d$ , este aproape dependentă liniar de tensiunea aplicată,  $U$ , conform relației  $d = \alpha U$ , unde  $\alpha$  este o constantă, care, de obicei este cuprinsă în intervalul  $1.5 - 3 \text{ nmV}^{-1}$ . Dacă procesul de anodizare se efectuează la

tensiuni mai mari de limita de străpungere, oxidul nu va mai fi suficient de rezistent pentru a preveni fluxul de curent suplimentar.

Prin tratamentul de oxidare anodică controlată au fost obținute straturi de  $\text{TiO}_2$  poroase (Fig. 2). Principalul avantaj al acestui tratament îl reprezintă îmbunătățirea proprietăților de aderență și fixare, care sunt foarte relevante în domeniul biomedical. De asemenea creșterea grosimii oxidului nativ de pe suprafața acestui aliaj, conduce la creșterea rezistenței la coroziune și scade eliberarea de ioni metalici.

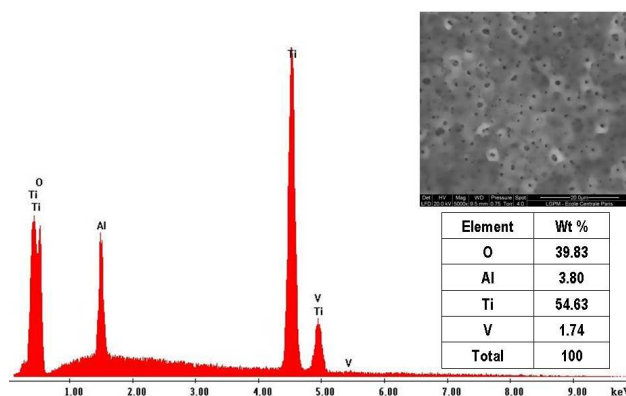


**Fig. 2.** Micrografie SEM a stratului de oxid poros de  $\text{TiO}_2$

Pentru a stabili parametrii optimi de anodizare au fost testate mai multe tensiuni (care sunt confidențiale pentru membrii echipei). În momentul în care au fost corelați parametrii de operare cu proprietățile morfologice, compoziționale, cu grosimile de strat și parametrul de rugozitate s-a putut observa că straturi poroase de oxid de titan s-au format la toate valorile de tensiune, dar cu diferențe clare morfologice, compoziționale, în grosimi de strat și rugozitate.

În ceea ce privește influența tensiunii de anodizare asupra morfologiei filmelor poroase de  $\text{TiO}_2$  obținute, s-a remarcat faptul că straturi poroase s-au format la toate valorile de tensiune, dar cu diferențe clare morfologice. Odată cu creșterea tensiunii au devenit din ce în ce mai evidente regiunile poroase. Totodată s-a putut observa că odată cu creșterea tensiunii porozitatea și dimensiunea porilor a crescut.

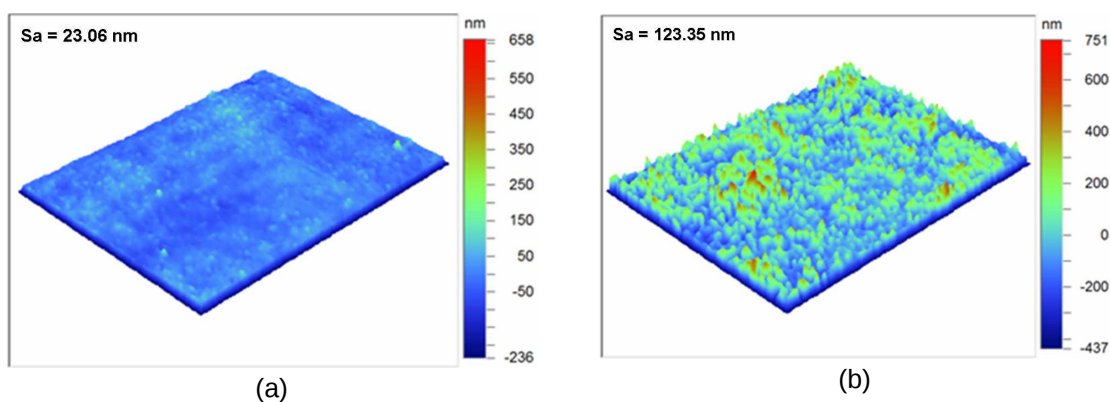
Procentele de masă obținute, corespunzătoare spectrelor EDX ale filmelor de oxid obținute anodic au relevat faptul că oxigenul este singurul element care prezintă o diferență majoră, în sensul că, procentele lui de masă cresc odată cu creșterea tensiunii de anodizare. Pentru elementele de Ti, Al și V, procentele lor de masă scad odată cu creșterea tensiunii. Analizele EDX corespunzătoare probelor supuse oxidării anodice au fost efectuate pe întreaga suprafață a probelor pentru a identifica compoziția elementară iar în Fig. 3 este redat un spectru EDX și procentele de masă corespunzătoare.



**Fig. 3.** Spectru EDX obținut în urma tratamentului de oxidare anodică

În funcție de tensiunea aplicată în timpul procedurii de oxidare anodică au fost raportate diferențe clare între valorile grosimilor de strat obținute. Grosimea medie a filmelor anodice a crescut odată cu

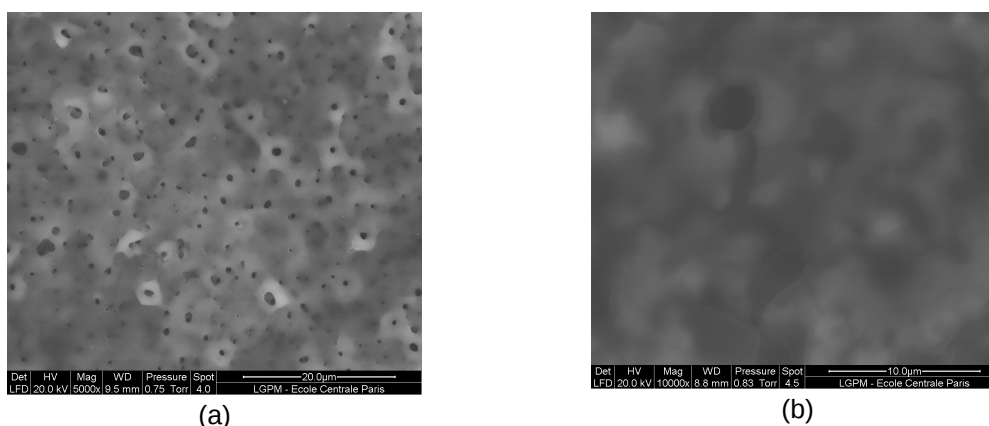
creșterea tensiunii de anodizare. Totodată, suprafața filmelor de oxid a devenit mai rugoasă, cu creșterea tensiunii. În Fig. 4 sunt reprezentate comparativ valorile parametrului de rugozitate corespunzătoare profilurilor 3D dintre o probă din Ti-6Al-4V netratată (cu suprafața de luciu oglindă) și o probă supusă tratamentului de oxidare anodică. Din Fig. 4 se trage concluzia că rugozitatea suprafeței oxidate a crescut semnificativ cu cea a suprafeței neoxidate.



**Fig. 4.** Rugozitatea probelor determinată din profilul 3D pentru: (a) aliajul din Ti-6Al-4V netratat și (b) aliajul din Ti-6Al-4V oxidat anodic

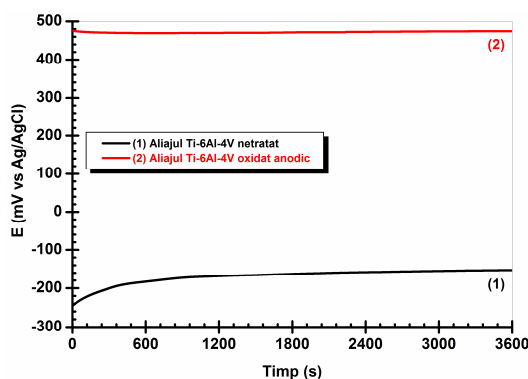
În ceea ce privește microdurețea, s-a constatat că valoarea acesteia crește odată cu creșterea tensiunii de anodizare.

În figura 5 sunt reprezentate comparativ morfologia suprafețelor obținute în urma celor două tipuri de tratamente (a - oxidare anodică și b - electrodepunerea de bionanoparticule de  $\text{TiO}_2$  pe suportul anodizat) destinate proiectării de implanturi biomedicale, care să formeze interfețe biologic adezive între substratul osos și implant. Din figura 5 se poate observa că pe suprafața de oxid obținută în urma oxidării anodice (a), sunt ancorate în și între pori, depozite cristaline (b) obținute ulterior electrodepunerii de bionanoparticule de  $\text{TiO}_2$  din electrolit. Acest mod de inserție aduce o contribuție la îmbunătățirea proprietății de aderență. De asemenea, din figura 5 se mai relevă faptul că în urma tratamentului de electrodepunere de bionanoparticule de  $\text{TiO}_2$  dimensiunea porilor corespunzători suprafeței oxidate anodic a devenit ușor mai mică, fapt ce confirmă electrodepunerea unui strat de  $\text{TiO}_2$  subțire pe suportul anodizat.



**Fig. 5.** Morfologia straturilor obținute în urma: (a) anodizării și (b) anodizare plus electrodepunere de bionanoparticule de  $\text{TiO}_2$

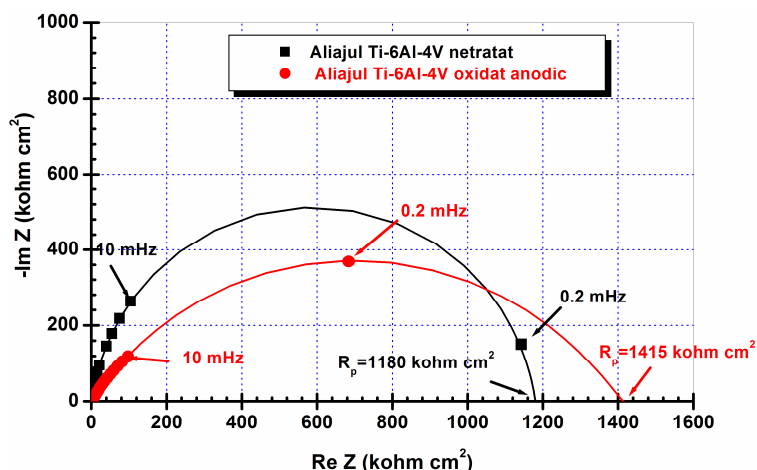
Testele de rezistență la coroziune au fost desfășurate în cadrul Centrului de Competențe Interfețe – Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES), într-o soluție ce simulează fluidele din corpul uman (simulated body fluid - SBF). În Fig. 6 sunt redată variațiile în timp pentru o perioadă de 60 minute a potențialelor libere corespunzătoare aliajului Ti-6Al-4V cu suprafața netratată (dar cu luciu oglindă) și cel cu suprafața nanoporoasă după ce a fost supusă oxidării anodice.



**Fig. 6.** Variația în timp pentru o perioadă de 60 minute a potențialului liber pentru electrodul Ti-6Al-4V, imersat în SBF, cu următoarele suprafețe: (1) **netratată** și (2) **oxidată anodic**

La o primă examinare a figurii 6, sunt evidente domenii de stabilizare diferite pentru potențialul liber între suprafața netratată și cea anodizată. Acest lucru poate fi atribuit variației de grosime, a caracteristicilor morfologice, topografiei de suprafață, rugozității, constituienților de fază și durității stratului caracteristic fiecărei suprafețe în parte. Comparând valorile de potențial dintre suprafața netratată, dar cu luciu oglindă și suprafața nanoporoasă obținută în urma procedurii de oxidare anodică, este clar relevant faptul că în urma oxidării anodice, valoarea de potențial corespunzătoare acestei suprafețe este cu mult înnobilită comparativ cu suprafața netratată. Această evoluție de înnobilare a potențialului suprafeței oxidate anodic poate fi explicată prin prezența unui strat mai gros de oxid comparativ cu suprafața netratată, care acoperă complet suprafața aliajului.

Curbele de spectroscopie de impedanță electrochimică (EIS) corespunzătoare celor două tipuri de suprafețe ale aliajului Ti-6Al-4V (netratată și oxidată anodic), la valoarea potențialului de coroziune, în soluția ce simulează fluidele din organism, au fost efectuate aplicând un semnal sinusoidal de 10 mV, cu balierea frecvențelor între  $10^5$  și  $10^{-2}$  Hz, după care au fost procesate sub forma diagramelor în reprezentări Nyquist (figura 7 - componenta imaginară a impedanței în funcție de componenta reală). Aceste reprezentări Nyquist sunt utilizate pentru a deduce rezistența la polarizare care este echivalentă cu rezistența la coroziune, din diametrele semicercurilor obținute prin simulare folosind modele de circuit echivalent. Spectrele Nyquist a datelor experimentale obținute reprezentate în figura 7 au relevat, pentru ambele tipuri de suprafețe studiate, semicercuri incomplete, cu o rază de curbura foarte mare, care arată un comportament capacitiv, sugerând un strat de protecție, pasiv, foarte rezistent. Aliajul cu suprafața netratată relevă o valoare a rezistenței de polarizare ( $R_p=1180 \text{ k}\Omega$ ) mai mică comparativ cu cea a suprafeței nanoporoase ( $R_p=1415 \text{ k}\Omega$ ) obținute în urma tratamentului de oxidare anodică.



**Fig. 7.** Reprezentări Nyquist a diagramelor EIS pentru electrodul de Ti-6Al-4V, având următoarele suprafețe: **netratată** și **oxidată anodic**

Experimentările de caracterizare morfologică și structurală cu ajutorul microscopului electronic cu baleiaj (SEM-EDX), determinările parametrului de rugozitate precum și microdurițiile probelor elaborate în cadrul Centrului de Competențe Interfețe – Tribocoroziune și Sisteme Electrochimice (CC-ITES) au fost obținute în cadrul celor două deplasări externe efectuate de membrii echipei proiectului în cadrul laboratorului de Ingineria Procesării Materialelor (Laboratoire de Génie des procédés et matériaux - LGPM) Ecole Centrale Paris, Franța. Ambele deplasări au fost efectuate în scopul activității complementare experimentale și finanțate din prezentul proiect.

În concluzie, cele două tratamente electrochimice angajate pentru modificarea suprafeței aliajului Ti-6Al-4V au demonstrat că se pot obține proprietăți superioare comparativ cu aliajul netratat, care induc biofuncționalizarea aliajului Ti-6Al-4V.

***Datele experimentale parțiale prezentate în acest raport sunt originale și este interzisă reproducerea, copierea sau multiplicarea lor fără acordul scris al directorului de proiect cu nr. 10 din 30.08.2013, de tip IDEI – PCE.***

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