

SECTIUNEA 1

RAPORTUL STIINTIFIC SI TEHNIC (RST)

RST – raport stiintific si tehnic final in extenso

CUPRINS

Obiective generale	pag. 3
I. Obținerea de noi rezultate experimentale și teoretice privind structura nucleară și fazele materiei nucleare.....	pag. 3
II. Dezvoltarea și construcția de sisteme avansate de detecție.....	pag.18
III. Proiectarea și construcția de electronica front-end (FEE) asociată sistemelor avansate de detecție.....	pag. 19
IV. Dezvoltarea unui sistem de calcul distribuit de tip GRID pentru calculatoare de anvergura.....	pag. 22
V. Aplicații în alte domenii de activitate.....	pag. 24
Lista Publicații	pag.30

Obiective generale

Scopul principal al proiectului “Fizica interactiilor nucleare si a fazelor materiei nucleare, noi rezultate, activitati de cercetare-dezvoltare, aplicatii-acronim NIHAM” a fost abordarea coerenta a unui intreg lant de activitati: activitati R&D pentru o noua generatie de detectori si electronica asociata, studii de fizica pe baza de analiza de date si calcule de model pana la studii de transfer potential catre cercetarea aplicativa si evaluarea de date nucleare.

Obiectivele general au umarit realizarea scopului proiectului:

- I. Obtinerea de noi rezultate experimentale si teoretice privind structura nucleara si fazele materiei nucleare
- II. Dezvoltarea si constructia de sisteme avansate de detectie
- III. Proiectarea si constructia de electronica front-end (FEE) asociata sistemelor avansate de detectie
- IV. Dezvoltarea unui sistem de calcul distribuit de tip GRID pentru calculatoare de anvergura
- V. Aplicatii in alte domenii de activitate

Pentru realizarea acestor obiective s-au prevazut 9 etape de executie, 5 dintre acestea fiind dedicate realizarii obiectivului I, acesata evidentiind faptul ca, desi grupul nostru a abordat o problematica complexa pornind de la dezvoltarea si constructia de sisteme de detectie si electronica asociata pana la aplicatii practice, interesul principal al grupului ramane orientat spre cercetarea de fizica nuculeara, anume studiul de noi configuratii, excitatii si stari ale materiei nucleare produse in ciocnirile ionilor grei la diferite energii incidente, cu scopul de a raspunde la unele intrebari fundamentale relativ la starile materiei care sunt presupuse a fi fost caracteristice primelor microsecunde dupa Big-Bang sau miezului stelelor neutronice si intelegerea mecanismului de sinteza a nucleelor. In cele ce urmeaza vom prezenta realizarile in cadrul fiecarui obiectiv.

I. Obtinerea de noi rezultate experimentale si teoretice privind structura nucleara si fazele materiei nucleare

La realizarea acestui obiectiv a contribuit pe langa grupul de cercetare, compus din cercetatori cu experienta in domeniul cercetarii structurii nucleare si a mecanismelor de interactie a ionilor grei, din IFIN-HH si cel din cadrul Facultatii de Fizica al Universitatii Bucuresti. Mare parte a rezultatelor experimentale au fost obtinute in cadrul marilor colaborari internationale in care grupul nostru are membri, iar analiza lor pentru compararea cu modele teoretice sau fenomenologice s-a facut dezvoltand sau adaptand pachete de programe pentru sistemul de calcul distribuit al NIHAM. De asemenea s-au folosit si date experimentale din literatura pentru in cazul studiilor de structura nucleara si fisiune.

Un prim studiu a fost realizat privind efectele de izospin in ciocnirile ionilor grei la energii joase, intermediare si relativiste. Principalele rezultate obtinute in acest studiu au fost:

- Descrierea microscopica cu modele de tip variational de mare complexitate a structurii nucleare exotice in zone nucleelor cu masa A aproximativ egala cu 70,

respectiv a dezintegrării beta superpermise. Considerand posibilitatea de a obtine informatie privind conservarea curentului vectorial si unitaritatea matricii CKM prin studiul dezintegrării beta Fermi suprapermise, s-au realizat studii detaliate a astfel de tranzitii in doi tripleti isovector in nuclee bogate in protoni ($A=70 - {}_{34}\text{Se}_{36}, {}_{35}\text{Br}_{35}, {}_{36}\text{Kr}_{34}$ si $A=74 - {}_{36}\text{Kr}_{38}, {}_{37}\text{Rb}_{37}, {}_{38}\text{Sr}_{36}$) (etapa 1/dec 2005; Fig. 1) si doi izovectori ai $A=82$ (${}_{40}\text{Zr}_{42}, {}_{41}\text{Nb}_{41}$) si $A=86$ (${}_{42}\text{Mo}_{44}, {}_{43}\text{Tc}_{43}$) (etapa 8/apr 2008; Fig. 2) folosind calcule microscopice de mare anvergura din familia VAMPIR.

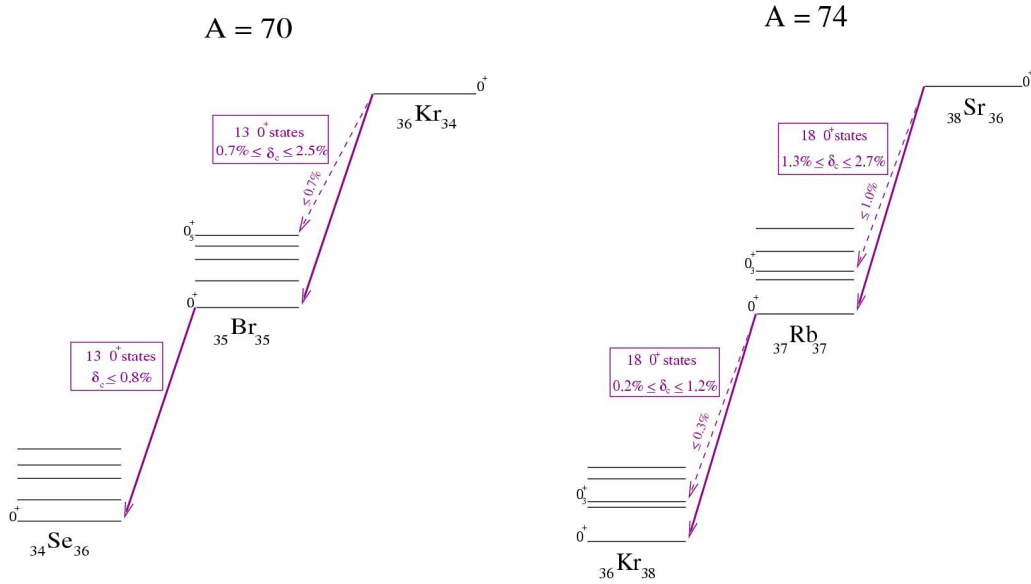


Figura 1

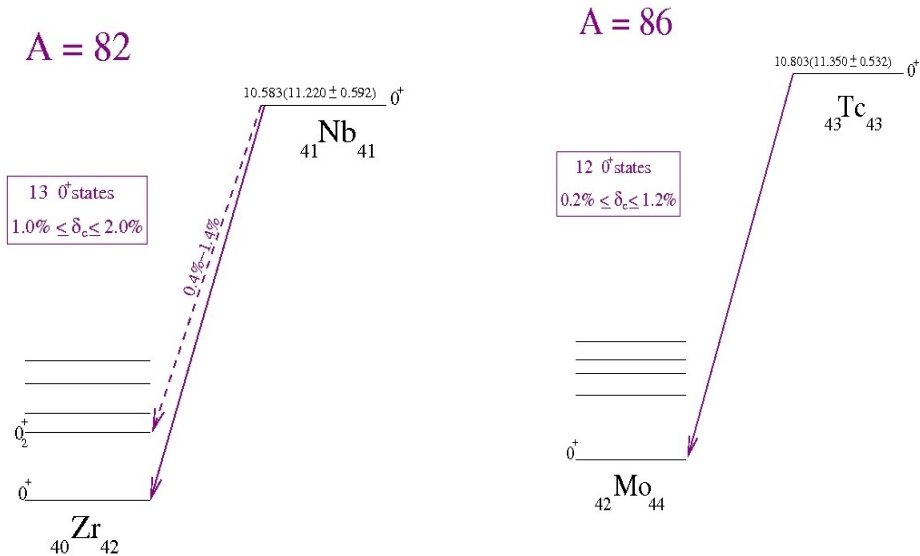


Figura 2

Trebuie subliniat ca astfel de calcule sunt unice, fiind singurele care trateaza in mod consistent coexistenta de forma si amestecul de forme caracteristic pentru aceasta regiune de masa. Aceasta explica gradul inalt de acuratete cu care aceste calcule reproduc toate

observabilele microscopice si prezicerea de incredere a amestecului de isospin care se obtine cu astfel de calcule.

- Studiul experimental al procesului de relaxare in sisteme usoare care nu a mai fost facut in literatura stiintifica, lucrarea este in curs de definitivare.

Comparatiile intre experiment si teorie privind comportarea largimii distributiilor isobarice (σ_{ξ}^2) in ciocnirea ionilor grei usori ca functie de timpul de interactie au aratat ca tendintele experimentale sunt reproduse daca se considera o miscare dampata a punctului de zero in oscilatarorul armonic asociata cu variabila colectiva - asimetria de sarcina (Fig. 3).

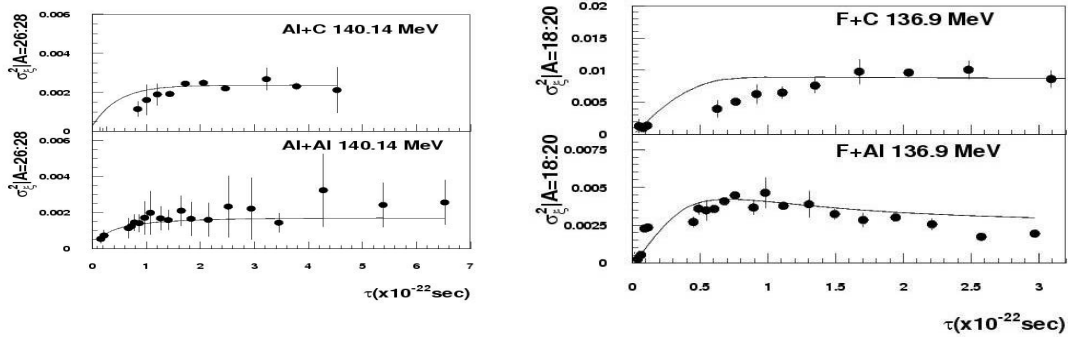


Figura 3

- Investigarea experimentală a efectelor de izospin în ciocniri nucleare la energii intermediare, respectiv multifragmentare nucleară, folosind un detectorul CHIMERA de la LNS, Catania, cu granularitate mare și posibilitate de măsurare a masei produsilor de reacție.

În ciocnirile $^{124}\text{Sn} + ^{64}\text{Ni}$ și $^{112}\text{Sn} + ^{58}\text{Ni}$ la 35 A MeV, pentru fragmentele intermediare care își au originea în zona participantă produsă în ciocniri ultracentrale s-a evidențiat așa-numită comportare de isoscaling a raportului fragmentelor ușoare oglindă ca funcție de diferența între energiile lor de legătură. S-a arătat că aceasta poate fi explicată de așa-numitele fenomene de distilare de izospin care ar fi caracteristice pentru o tranziție de fază lichid-gaz (Fig. 4).

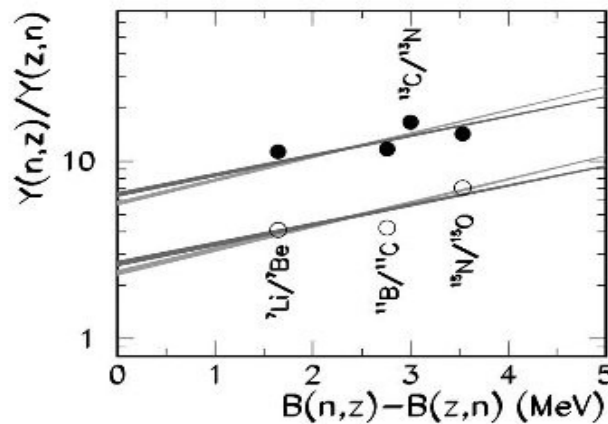


Figura 4

- Mergând la energii mai înalte, i.e. 0,4 A GeV și 1,5 A GeV, folosind izospinul ca trasa și datele rezultate din ciocnirea a 4 combinații de doi izobari ^{96}Ru , ^{96}Zr s-a evidențiat

descresterea dramatica a echilibrării de izospin, la rapiditati diferite de cea centrala, cu cresterea energiei incidente. Aceastta este ilustrat prin indepartarea mai puternica valorilor raportului R_z , definit de formula (1), de la valoarea 0 pentru cazul energiei de 1,5 AGeV (Fig. 5).

$$R_z = \frac{2 \cdot dN/dy_{mix}^{(0)} - dN/dy_{ZrZr}^{(0)} - dN/dy_{RuRu}^{(0)}}{dN/dy_{ZrZr}^{(0)} - dN/dy_{RuRu}^{(0)}} \quad (1)$$

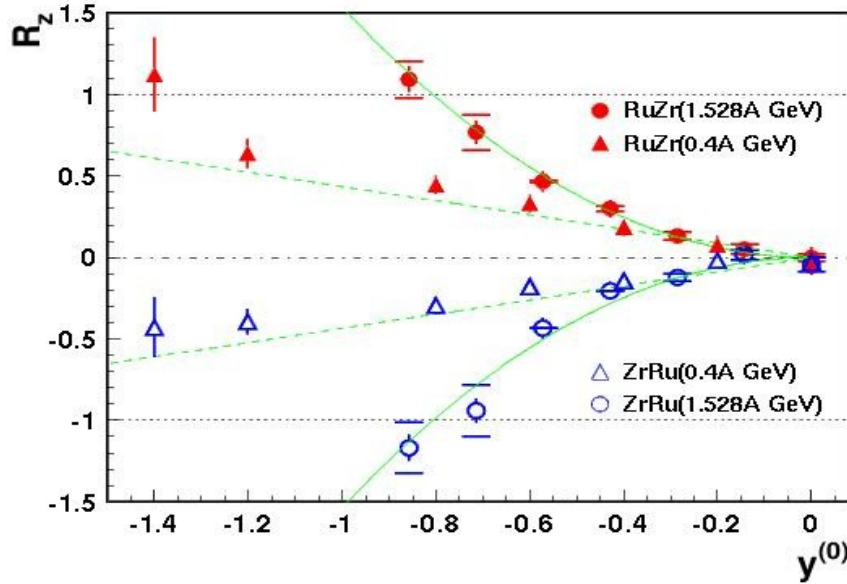


Figura 5

Proiectul a avut in cadrul etapei 2 si etapei 8 subetape dedicate evaluarilor de date. Aceste subetape au fost realizate de grupul de cercetatori de la facultatea de fizica Bucuresti. Astfel in cadrul etapei 2 au fost raportate primele evaluari ale sectiunilor $n+^{233,231}\text{Pa}$ in domeniul de energii 0.01-30 MeV facute in mod consistent pe baza unor modele cu toti parametrii in acord cu datele experimentale. Unicele date experimentale sunt pentru sectiunile de fisiune si sunt foarte bine descrise de evaluari, in special noile masuratori efectuate la IRMM. Rezultate publicate in Nucl Phys. A 733, 740 si Phys Rev C 69. In cadrul subetapei 8b s-au utilizat modele de fisiune si structura nucleara pentru evaluarea de date pentru ciclul Th-U de mare interes pentru viitoarele sisteme de productie de energie si transmutatii bazate pe acceleratori. Sectiunile eficace de fisiune indusa de neutroni a ^{233}U pe un larg domeniu energetic (Fig. 6), multiplicatilitate de neutroni si spectrele de energie (Fig. 7) au fost reproduse cu un nivel de precizie mai inalt decat al evaluarilor anterioare.

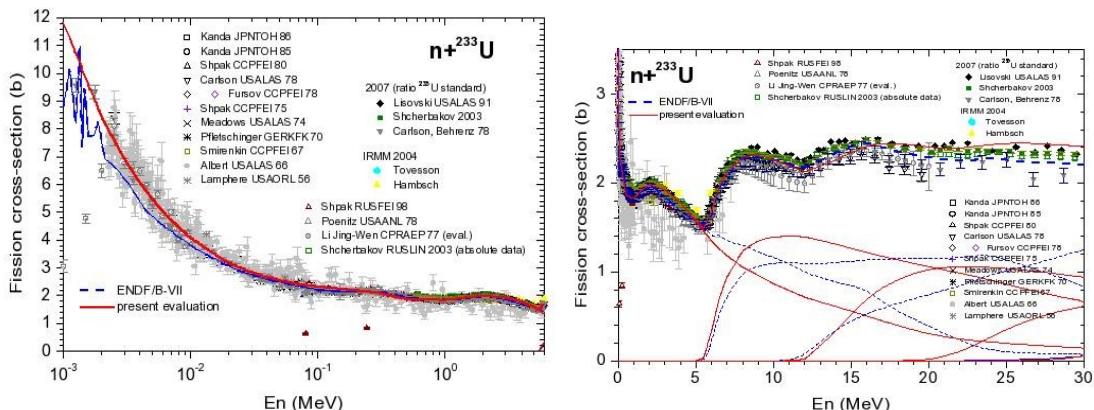


Figura 6

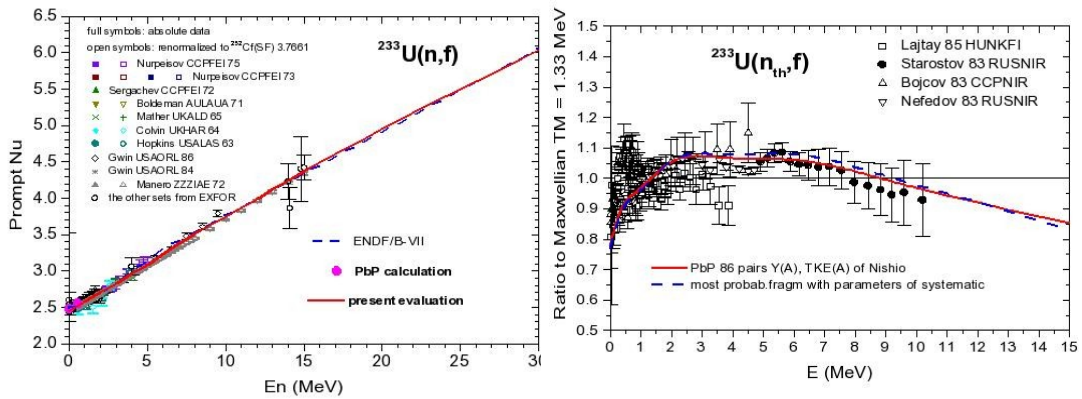


Figura 7

Studii asupra fisiunii s-au realizat si in cadrul etapei 4 a prezentului contract (dec 2006).

S-a propus si validat un model dinamic nou in cadrul teoriilor de fisiune care sa poata sa cuantifice disiparea. Luand in considerare un astfel de cuplaj in procesul de fisiune nucleara, s-a aratat ca el produce disiparea si modificarea potentialului de penetrare (Fig. 8) si astfel s-au reprodus calitativ si cantitativ yieldurile normalizate ca functie de masa fragmentului usor (Fig. 9) si substructurile observate in sectiunea eficace de fisiune (Fig. 10 a, c).

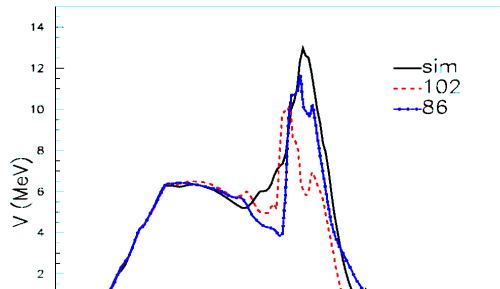


Figura 8

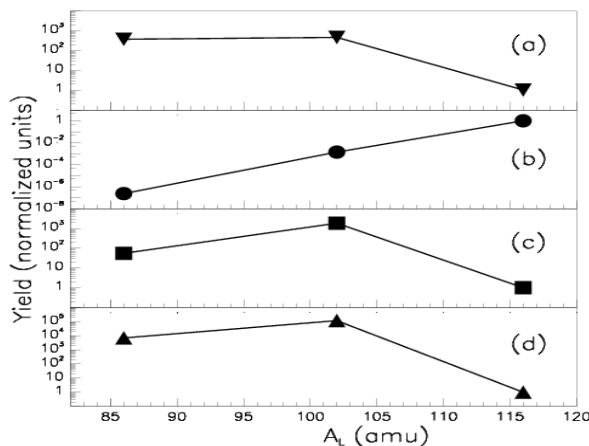


Figura 9

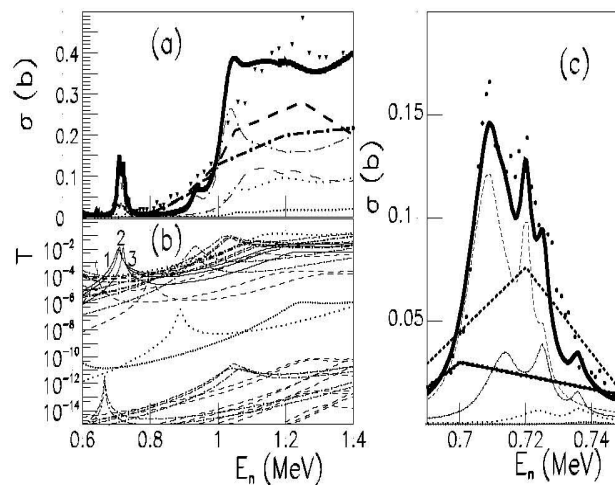


Figura 10

Intelegerea mecanismelor de disipare poate sa conduca la o reanalizare a teoriilor fenomenologice utilizate in acest moment in activitatea de evaluare a datelor nucleare. Imbunatatirea acestor teorii poate conduce la o precizie mai buna a datelor evaluate, cu impact in fizica reactorilor. Rezultate obtinute concorda foarte bine cu datele experimentale. Ele au fost publicate in lucrarea cu titlul 'Generalisation of TDHFB Equations by including the Landau-Zener Effect' in Rom. J. of Physics

In ultima etapa de executie s-a realizat o prezentare de ansamblu a principalelor aspecte legate de dinamica ionilor grei de la energii joase pana la energii ultra-relativiste insistand asupra informatiilor obtinute din acestea si a contributiilor grupului nostru, ultima parte dedicandu-se rezultatelor recente obtinute de noi in pregatirea analizei datelor experimentale ce vor fi obtinute folosind aranjamentul experimental ALICE la LHC.

La energii incidente pana la 10 MeV/u, dinamica ionilor grei este dominata de procesele adanc inelastice si fuziune. Aceste procese au fost studiate in detaliu de catre grupul nostru (ref. [1-6] ale descrierii stiintifice si tehnice detaliate a etapei-DSTDE). Pentru contextul acestei etape este important de subliniat ca procesul echilibrarii de sarcina poate fi considerat ca primul fenomen de **curgere colectiva** observat in interactia ionilor grei. Studiul acestui proces s-a realizat pentru sistemele $^{92}\text{Mo} + ^{154}\text{Sm}$ si $^{92}\text{Mo} + ^{238}\text{U}$ la 14,7 MeV/u, aratandu-se ca echilibrarea are loc mult mai rapid (Fig. 11) in cazul primului sistem datorita gradientului mai mare din din poten'tialul de interac'tie (Fig. 12).

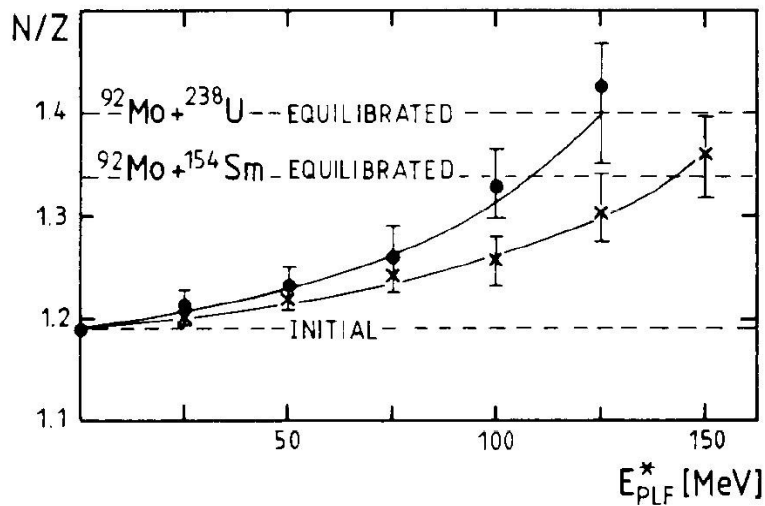


Figura 11

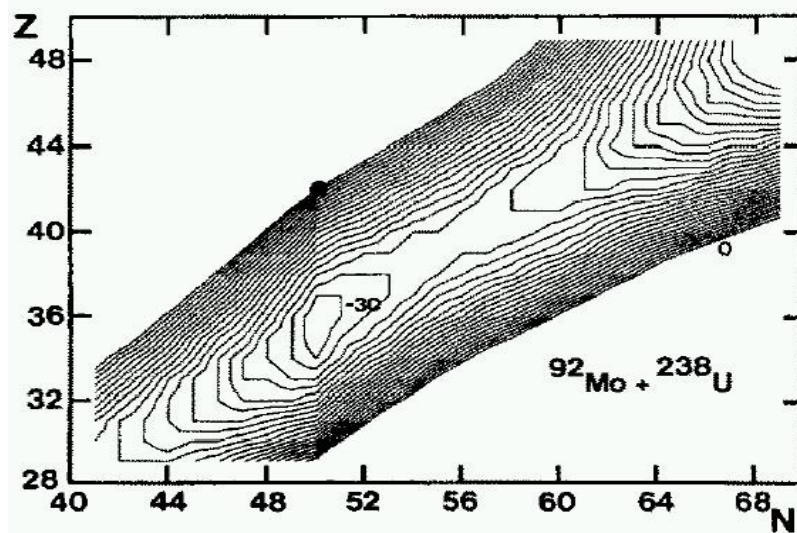


Figura 12

Un studiu original in cadrul acestei etape este investigarea ciocnirilor semiperiferice in reactia $^{124}\text{Sn}+^{64}\text{Ni}$ energii intermediare.

Studiul complet al comportarii tuturor produsilor de reactie observati la energii incidente apropiate de energia Fermi pune in evidenta trecerea de la dinamica dominata de campul mediu, in care procesele sunt predominant binare, la cea dominata de ciocnirile nucleon-nucleon, in care se manifesta sub diferite aspecte trecerea la mecanismul de participant-spectator caracteristic energiilor mari. Unul dintre cele mai controversate subiecte in studiul reactiilor la energiile Fermi este intelegerea mecanismelor de baza care conduc la formarea de fragmente. Grupul a realizat studii privind acest subiect in cadrul colaborarii CHIMERA, folosind date experimentale obtinute cu aranjamentul avand acelasi nume si amplasat la LNS, Catania.

Prin investigarea ciocnirilor semiperiferice in reactia $^{124}\text{Sn}+^{64}\text{Ni}$ la 35 MeV/nucleon, din studiul corelatiilor vitezelor relative (Fig. 13) se stabileste ca fragmentele de masa intermediara (IMF) sunt emise predominant din zona "gatului" in expansiune dinamica, fie aproape prompt (cand ambele fragmente sunt inca foarte apropiate) sau sequential, adica din fragmentul proiectil sau fragmentul tinta la un timp dupa reepararea sistemului binar dar destul de devreme pentru a pastra memoria configuratiei de "gat" manifestata prin miscarea aproape coliniara a celor trei fragmente. De asemenea in reactia amintita mai sus s-a evidentiat o clasa de evenimente in care PLF sufera fisiune dinamica in doua fragmente aliniate intr-un timp relativ scurt dupa ciocnire ($100 < t < 300$ fm/c) (Fig. 14).

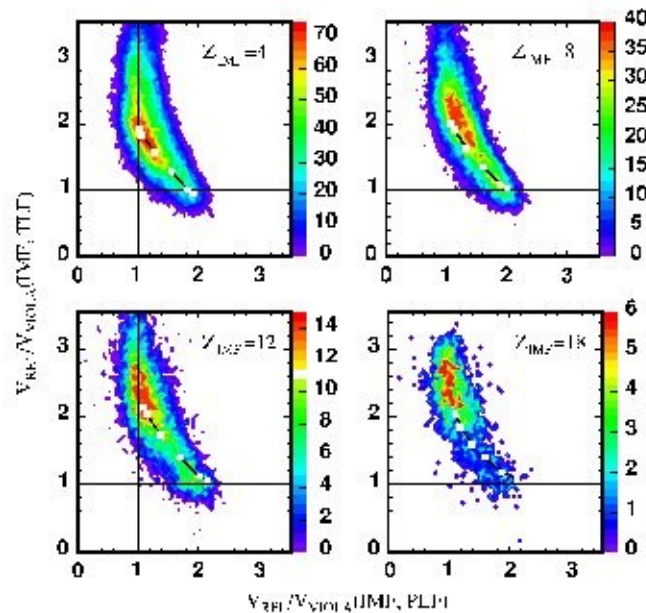


Figura 13

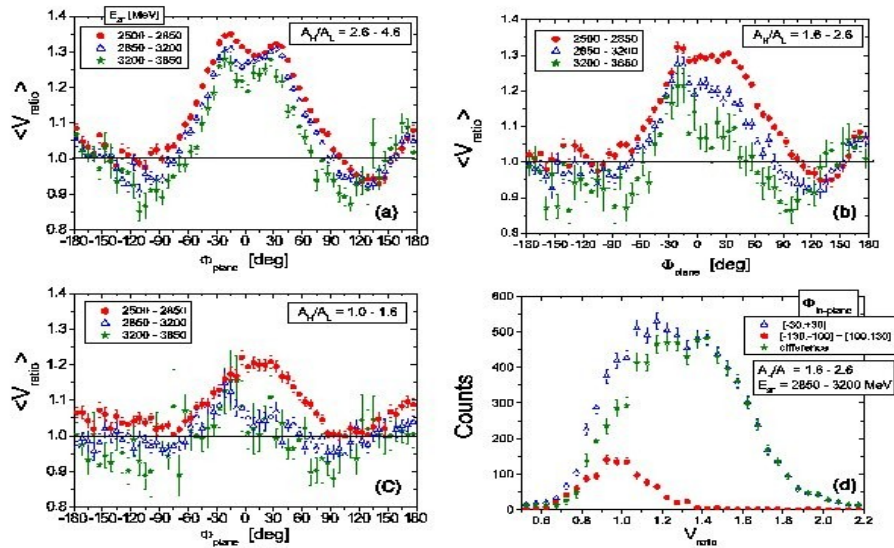


Figura 14

Aceste rezultatele experimentale sunt analizate in cadrul unui model de dinamica moleculara cu constrangere data de regula de conservare a momentului unghiular total. Modelul confirma rezultatele anterioare [9 din lista de articole ISI]. Calculele arata ca alinierea medie observata poate fi inca inteleasa in termenii rotatiei relative intre PLF informare si IMF si deci prin **dinamica rotationala colectiva esentiala**.

La energii intermediare, anume in jur de 100 MeV/u, in ciocnirile ultra-centrale ale ionilor grei, s-a evidentiat si existenta **fenomenului de expansiune colectiva** a materiei nucleare caracterizata prin densitati si temperaturi ridicate (ref. 14 din DSTDE). Analizand numarul mediu de ciocniri suferite de un nucleon emis in diverse zone de unghiuri polare, in sistemul centrului de masa, evaluat in cadrul unui model de transport microscopic IQMD, s-a putut constata ca numarul mediu de ciocniri suferite de un nucleon emis la 90° este dublu fata de cel corespunzator nucleonilor emisi la unghiuri polare din apropierea directiei de ciocnire. Prin urmare este de asteptat ca informatia asupra energiei colective de expansiune extrasa din analiza datelor experimentale in directia perpendiculara pe axa de ciocnire sa se datoreze in principal expansiunii unui sistem de nucleoni echilibrat, la densitati si temperaturi ridicate, pe cand extragerea informatiei folosind datele experimentale in domenii de unghiuri polare mici este contaminata de fenomene de transparenta, corona sau fluctuatii in selectarea geometriei de ciocnire. Cantitativ, distributiile azimutale sunt caracterizate prin valoarea coeficientului termenului al doilea a_2 dintr-o dezvoltare 'in serie Fourier functie de azimut, folosita pentru potrivirea distributiilor azimutale experimentale ale diferitilor produci de reactie. Se poate observa evolutia lui a_2 de la valori subunitare (pozitive) caracteristice emisiei preponderente in planul de reactie la valori supraunitare (negative) caracteristice unei emisii intensificate in directia perpendiculara pe planul de reactie pentru ciocnirea Au + Au la un parametru de impact in domeniul 4-6 fm (Fig. 15). Studiul dependentei lui a_2 de energia incidenta prezentat (Fig.16) a aratat ca emisia diversilor produci in directia perpendiculara pe planul de reactie se intensifica pana la energia incidenta de aproximativ 400 MeV/u, la energii mai mari valorile lui a_2 incepand sa scada.

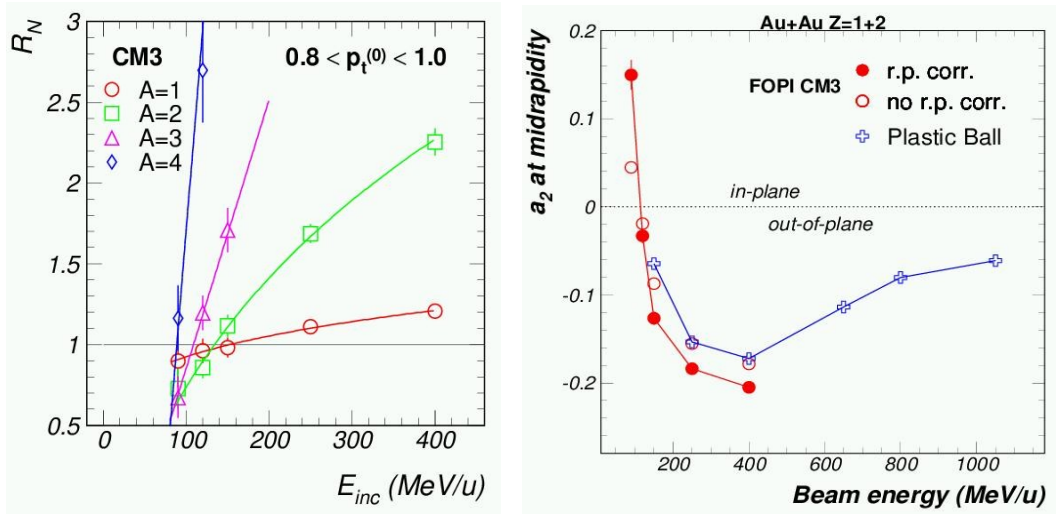


Figura 15

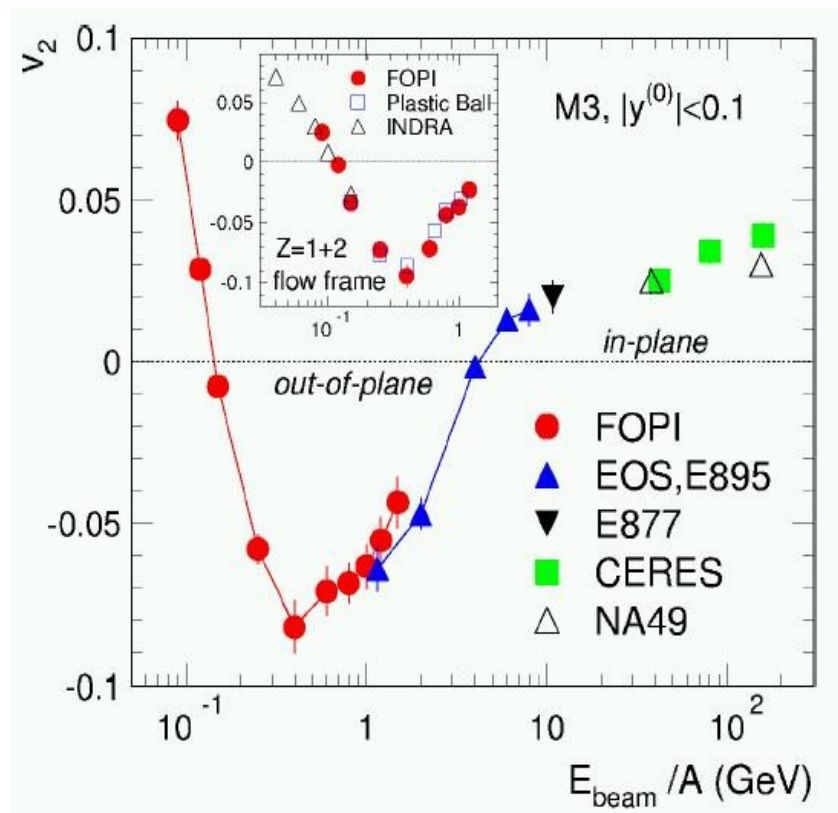


Fig. 16

Din analiza datelor experimentale se poate extrage valoarea medie a energiei cinetice medii E_{kin0} si a expansiunii colective pe nucleon E_{coll0} precum si amplitudinea de oscilatie a acestora ΔE_{kin} , respectiv ΔE_{coll} functie de parametrul de impact sau numarul de nucleoni participanti A_{part} estimati folosind modelul geometric. Acestea sunt observabile care pot fi comparate cu estimarile teoretice bazate pe modelul de transport microscopic BUU si au putere de discriminare intre ecua'tie de stare hard (K=380 MeV) si ecua'tiei de stare soft (K=210 MeV) (Fig. 17).

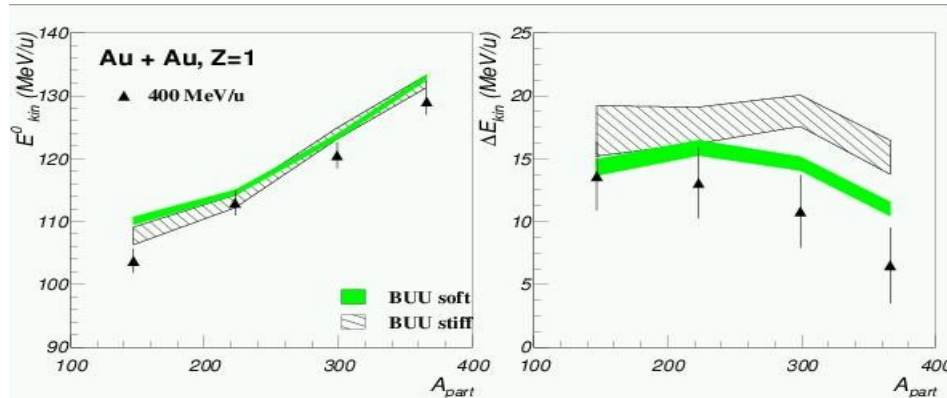


Fig. 17

Studiul distributiilor azimutale si al fenomenului de expansiune colectiva a fost continuat la energii mai mari la acceleratoarele AGS, SPS si recent la RHIC. Rezultatele recente de la RHIC, obtinute de catre toate experimentele in curs de desfasurare, indica o crestere a valorii lui v_2 cu un factor de 2 pe un domeniu de energie de un ordin de marime in centrul de masa. In cadrul grupului s-a realizat un studiu pentru a obtine informatii suplimentare folosind datele publicate de Colaborarea STAR de la RHIC, anume extragerea a vitezei colective si temperaturii T . In urma acestor studii se poate trage concluzia ca o analiza corespunzatoare a dependentei impulsului transvers mediu functie de masa diversilor producsi de reactie poate fi folosita pentru obtinerea de informatii privind dinamica expansiunii si temperaturii in diferitele faze ale materiei produse in ciocnirile ultra-relativiste (Fig. 18).

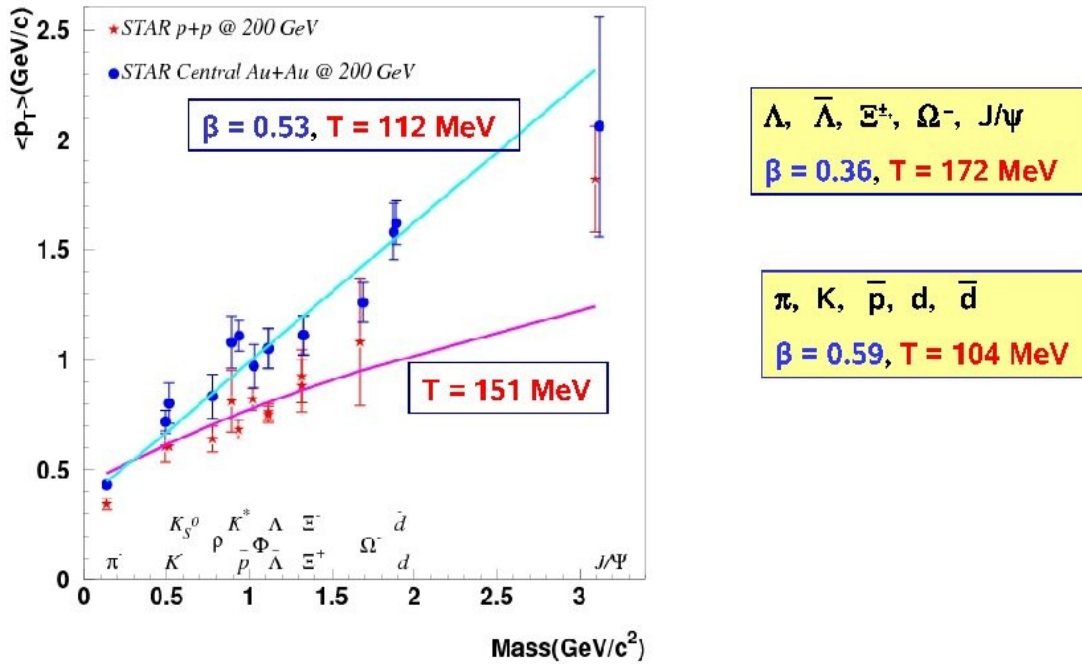


Fig. 18

De asemenea in cadrul acestei etape grupul nostru a desfasurat activitati intense pentru crearea structurii hardware si software care sa dea posibilitatea membrilor grupului nostru sa proceseze, analizeze si interpreteze informatia experimentală ce va fi livrata de experimentul ALICE la a carui realizare grupul nostru are o contributie remarcabilă. In finalul se prezinta rezultate preliminare referitoare la estimari bazate pe aproximatia modelului Glauber si la analiza datelor obtinute prin simulari Monte-Carlo [2] pentru ciocnirea Pb + Pb la energia de 5,5 TeV folosind aranjamentul experimental ALICE.

S-a aratat mai sus, pe baza datelor experimentale, ca informatia asupra dinamicii de expansiune a materiei populate in ciocnirile ultra centrale sau semi-centrale a ionilor grei, cel mai puțin distorsionata de alte procese, se obtine analizand combinatiile cele mai grele la rapiditatea centrului de masa si in directia perpendiculara pe directia de ciocnire. Folosind calcule Monte-Carlo bazate pe modelul Glauber vom incerca sa vedem in ce masura putem avea un raspuns cantitativ la aspectele de mai sus in cazul ciocnirii ionilor grei, Au+Au si Pb+Pb la energia de 0,2 TeV/nucleon de la RHIC si respectiv cea de 5,5 TeV de la LHC [30,31,33 din lista de Comunicari].

In aceste calcule s-a folosit pentru sectiunea p+p valoarea de 42 mb pentru energia de 0,2 TeV, determinata experimental la RHIC si valoarea de 62 mb pentru energia de 5,5 TeV, obtinuta printr-o extrapolarea lineara a valorilor experimentale de la energii mai mici.

In Fig. 19 sunt prezentate estimarile bazate pe calcule Glauber Monte Carlo, realizate de noi, a procentajelor de ciocniri singulare nucleon-nucleon relative la numarul de nucleoni participant, la cele doua energii incidente, pentru ciocniri frontale, functie de masa ionilor care se ciocnesc, in ipoteza ca acestia au aceeasi masa, A. Se poate observa ca eventualele contaminari ale fenomenelor ce se studiaza in ciocnirea ionilor grei, venite din interactiile singulare nucleon-nucleon scad cu cresterea masei ionilor care interactioneaza, aceasta contaminare fiind sistematic mai mica la energia LHC, ajungand la sub 1% pentru ciocnirea Pb+Pb.

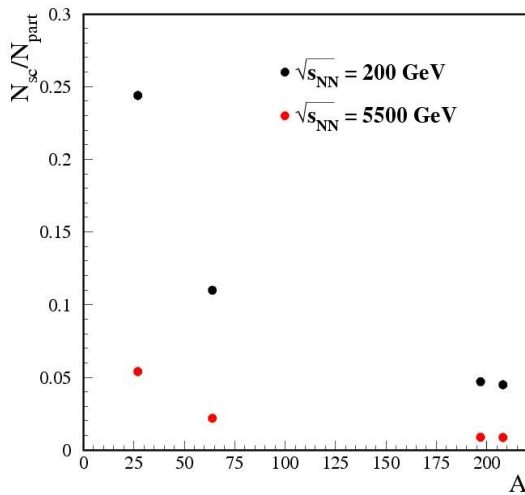


Figura 19

Dependenta N_{sc}/N_{part} ca functie de parametrul de impact sau N_{part} pentru Au+Au si Pb+Pb la energia de 200 GeV/nucleon si respectiv 5,5 TeV/nucleon poate fi urmarita in Fig. 20. Din aceste reprezentari rezulta foarte clar ca ciocnirile frontale ale ionilor celor mai grei sunt cele care dau informatia cea mai curata privind fenomenele noi ce se asteapta sa fie evidentiata in ciocnirea ionilor ultra-relativisti, diferite de cele din ciocnirile nucleon-nucleon.

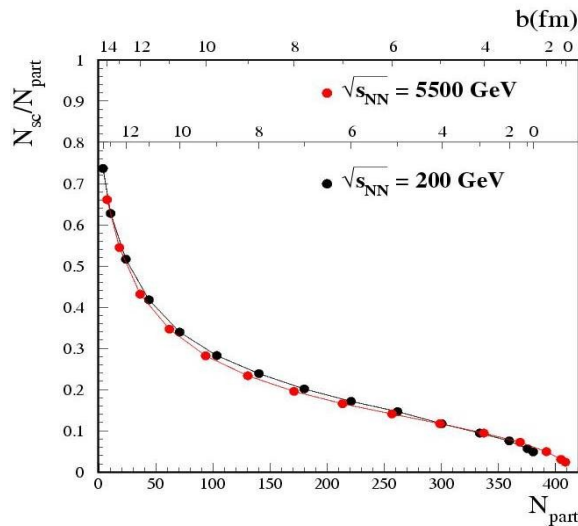
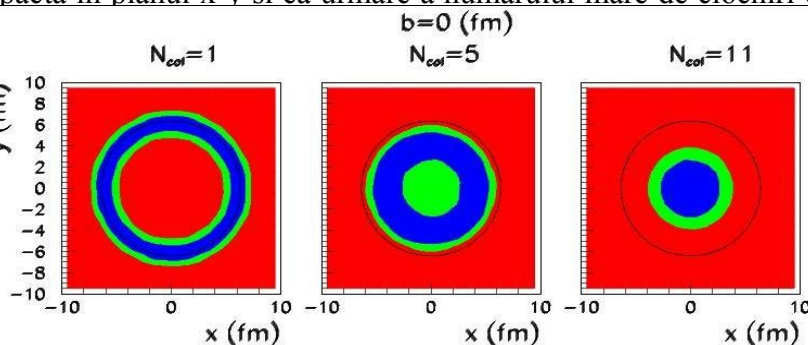


Figura 20

In Fig. 21 sunt prezentate distributiile bi-dimensionale ale nucleonilor participanti la reactie care au suferit un numar dat de ciocniri nucleon-nucleon pentru ciocnirea Au+Au la 200 GeV/nucleon, pentru $N_{coll} = 1, 5$ si respectiv 11. Aceste calcule arata ca densitatea cea mai mare de energie, de asteptat sa corespunda numarului de ciocniri cel mai ridicat, este compacta in planul x-y si ca urmare a numarului mare de ciocniri este de asteptat sa

aiba si i regiune aleasa i de zona



Ca urmare nandata a fi enele legate ilibru.

Figura 21

Sa trecem acum la ciocniri cu parametrul de impact diferit de zero si sa studiem distributia nucleonilor care au suferit un anumit numar de ciocniri in cazul unor asemenea geometrii de interactie. In Fig.22 sunt prezentate distributiile bi-dimensionale ale nucleonilor participanti la reactie care au suferit un numar dat de ciocniri nucleon-nucleon pentru ciocnirea Au+Au la 200 GeV/nucleon, pentru $N_{col} = 1, 5$ si respectiv 10. Se poate observa ca anizotropia azimutala descreste cu numarul de ciocniri de la topologie tip oval la una de tip disc pentru nucleonii care au suferit un numar mare de ciocniri.

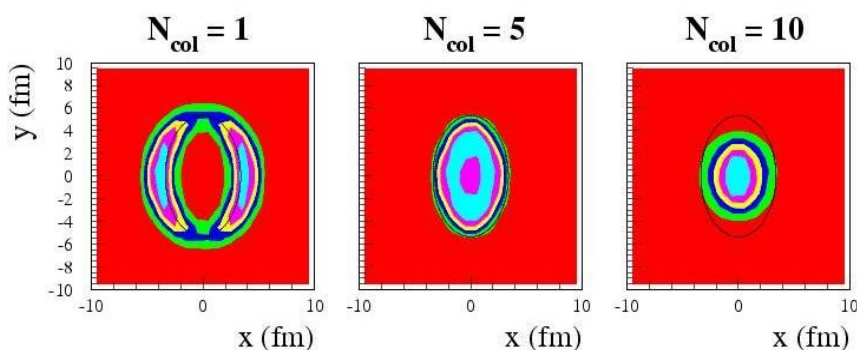


Figura 22

Din Fig. 23 se observa ca pana la valori ale numarului de ciocniri de 6 anizotropia azimutala, descrisa cantitativ de valoarea termenului v_2 din expresia: $dN_{col}/dS_\phi = v_1 + v_2 \cos\{2\phi\} + v_4 \cos\{4\phi\}$ descreste cu valoarea numarului de ciocniri suferite de nucleonii analizati, valorile v_2 fiind sistematic mai mari la energia LHC de 5,5 TeV/nucleon fata de cele corespunzand energiei de la RHIC de 0,2 TeV/nucleon. Daca in evolutia ulterioara a zonei de interactie caracterizata de aceasta anizotropie nu intervin procese care sa stearga anizotropia initiala sau chiar sa o inverseze, este de asteptat ca la energia LHC fenomenul colectiv

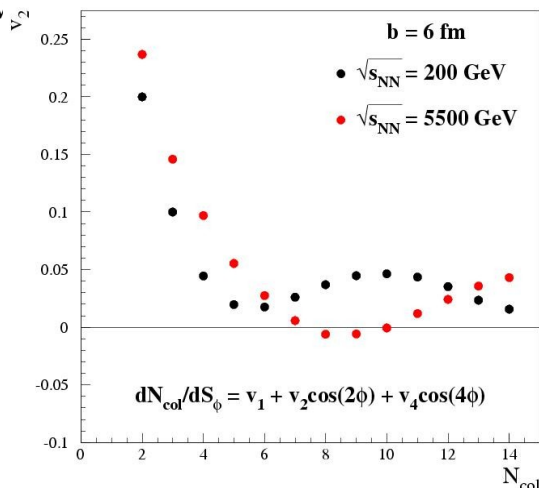


Figura 23

In vederea analizei datelor ce vor fi ob'tinute cu ajutorul aranjamentului experimental ALICE la LHC pe linia celor prezentate mai sus, este in curs de elaborare configuratia software pentru analiza fenomenului de curgere "flow" in ciocnirile centrale si semicentrale Pb+Pb la energia de 5,5 TeV/nucleon. Testarea pachetelor software precum si a posibilitatii de a obtine informatia nedistorsionata de aranjamentul experimental s-a facut folosind simulari Monte Carlo. Evenimentele au fost generate folosind modelul HIJING sau GeVSim iar raspunsul diversilor subdetectors care intra in componenta aranjamentului experimental ALICE s-a facut folosind codul GEANT.

In Fig.24 se reprezinta comparatia dintre valorile initiale si cele reconstruite ale impulsului transvers mediu pentru pionii, kaonii si protonii primari. Dupa cum se vede, valorile initiale sunt reproduse cu suficienta acuratete folosind aranjamentul experimental, ceea ce arata ca valorile expansiunii si temperaturii ce se pot obtine din analiza dependentei de masa a impulsului transvers mediu functie de masa particulelor detectate experimental vor fi de incredere.

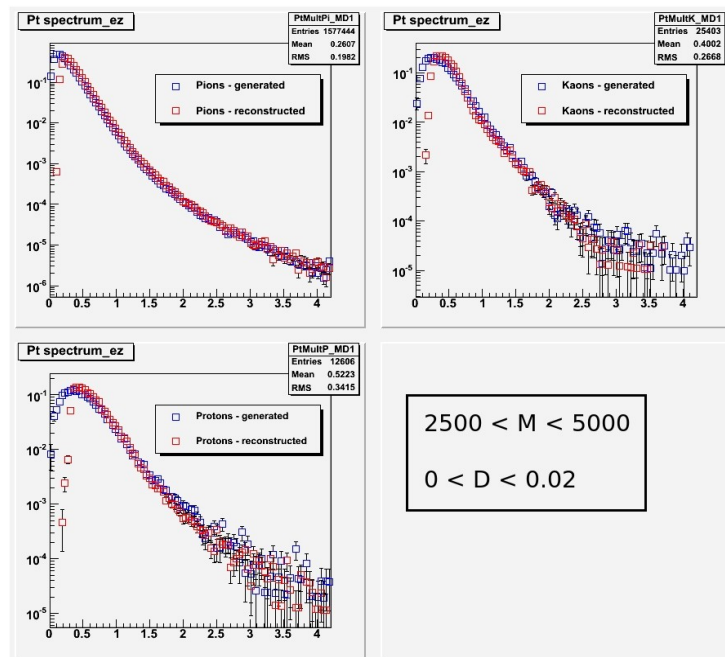


Figura 24

In cazul ciocnirilor semicentrale ne punem problema analizei distributiilor azimutale a impulsului transvers mediu pentru diverse specii de particule emise in urma ciocnirii in vederea obtinerii de informatii complete privind valorile expansiunii colective si temperaturii functie de azimut. In ce masura aranjamentul experimental ALICE permite reconstructia cu acuratete a distributiilor initiale de impuls transvers functie de azimut, se poate urmari in Fig. 25 unde se pot vedea valorile v_2 din expresia $\langle p_t \rangle = v_1 + v_2 \cos(2\phi)$ folosita pentru potrivirea distributiilor azimutale ale impulsului transvers mediu pentru pionii, kaonii si protonii primari. Dupa cum se vede din figura, exista inca diferenta mai

mare decat eroarea experimentală între valorile v_2^p corespunzătoare distribuțiilor inițiale și celor reconstruite. Originea acestor discrepante și găsirea posibilităților de corecție sunt în curs de studiu.

Studii similare cu cele prezentate mai sus pentru rezonante vor fi efectuate în etapa următoare astfel încât odată cu obținerea primelor informații experimentale în ciocnirea Pb+Pb la energia de 5,5 TeV/nucleon să putem efectua aceste studii pe date reale, având posibilitatea punerii în evidență a unor fenomene complet noi ce se așteaptă la această energie.

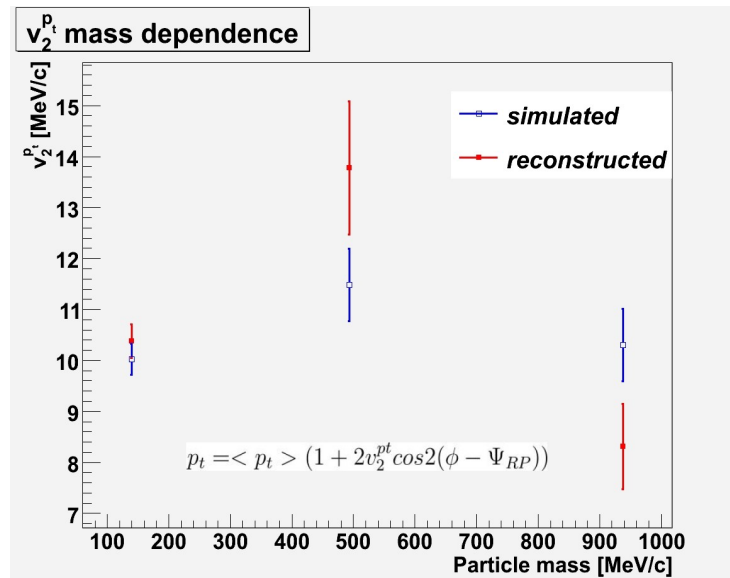


Figura 25

Rezultate preliminare au fost comunicate la workshopul internațional « Alice Workshop », Sibiu 20-24 August 2008 și se pot accesa pe la adresa web: <https://niham.nipne.ro/aliceworkshop08>.

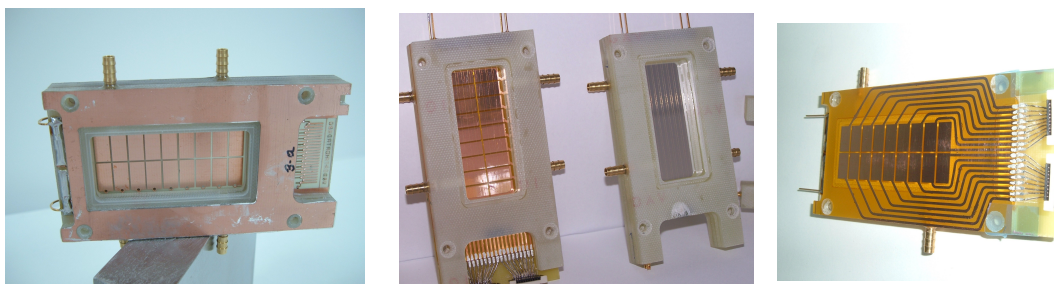
II. Dezvoltarea și construcția de sisteme avansate de detectie

Evidențierea tranziției de fază sau a existenței punctului critic din diagrama de fază a materiei caracterizată de o densitate barionică înaltă și temperaturi modeste impune studierea unor tipuri de particule care sunt produse cu o probabilitate foarte mică în ciocniri ale ionilor grei la energii în domeniul 10 GeV/u - 50 GeV/u. De aceea o nouă generație de acceleratori, capabilă să producă fascicule cu intensitate de aproximativ trei ori mai mare decât la acceleratoarele actuale, este în construcție. Următoarea generație de

aranjamente experimentale prevazuta sa fie folosita in astfel de experimente trebuie sa permita functionarea la rate de numarare extrem de mari, in unele regiuni ale spatiului fazic mai mari de un sfert de milion de particule pe secunda si pe cm^2 , mentinand cel putin performantele de granularitate si identificare ale celor prezente. Aceste cerinte au condus la activitati intense de R&D pentru o noua generatie detectori in toata lumea.

Pe baza experientei noastre anterioare in acest domeniu, am proiectat o arhitectura complet noua de detector de radiatie de tranzitie (TRD) cu un factor de rejectie electron-pion ca cel al TRD construite pentru pentru experimentul ALICE de la LHC dar care se mentine de aceasta data pana la rate de numarare de 200.000 - 250.000 de particule/ cm^2sec .

In figura 26 se pot vedea cele 3 prototipuri de HCRTD (High Counting Rate TRD) realizate, iar in figura 27 spectrele de amplitudine corespunzatoare obtinute cu o sursa de ^{56}Fe . Rezolutia energetica obtinuta este de 8,4%; 15,4%; 12,5% si 15,4 % respectiv pentru semnalul anodic, prototipul PCB 250 μm , Mylar 3 μ , Kapton 25 μm .

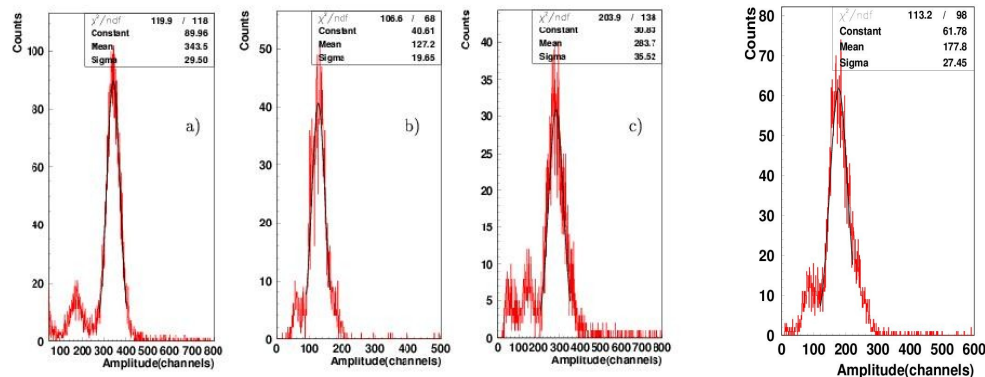


PCB 250 μm

Kapton 25 μm Mylar 3 μ

Kapton 25 μm

Figura 26



Semnal anodic

PCB 250 μm

Mylar 3 μ

Kapton 25 μm

Figura 27

Aceasta noua configuratie de detector de radiatie de tranzitie pentru rate mari de numarare are o eficacitate de conversie a radiatiei de tranzitie de aproximativ doua ori mai buna decat cea a primului prototip elaborat pentru acest scop in cadrul grupului nostru de cercetare, minimizand numarul de canale de citire a semnalelor, imprastierilor multiple si reactiile secundare prin minimizarea cantitatii de material traversat de

fascicul. S-au realizat masuratori detaliate facute in cadrul colaborarii TRD-ALICE pentru configuratia de detector TRD dezvoltat in cadrul acestei colaboraripe baza carora s-a obtinut ca aceste prototipuri au o eficienta de conversie a radiatiei de tranzitie mai buna de 80% din cea a detectorilor TRD-ALICE care au o zona de drift de 30 mm, pentru un amestec de gaz bazat pe Xe cu 15% CO₂.

Aceste rezultate s-au obtinut in cadrul etapei 3 (sept. 2006) si rezultatele preliminare s-au publicat in GSI Scientific Report 2006, p. 67. Ulterior dupa prelucrarea detaliata a datelor si pe baza unor simulari Monte Carlo rezultatele s-au publicat in articole cotate ISI (ref. Din lista de articole anexata) si de asemenea au fost comunicate la (vezi Lista de Comunicari la Conferinte Nationale si Internationale).

III. Proiectarea si constructia de electronica front-end (FEE) asociata sistemelor avansate de detectie

Acestui obiectiv i-a fost dedicata o singura etapa, etapa 1 2007.

Tipurile noi de detectori construiti in cadrul grupului necesita un tip nou de electronica front-end care sa conserve performanele amintite mai sus. Pe baza infrastructurii existente in grup a inceput proiectarea unui nou ASIC folosind pachetul de programe CADENCE. Aceasta versiune in afara de semnal de iesire rapid are de asemenea semnal de amplitudine, timp mort redus, restaurarea nivelului de baza, posibilitatea selectarii amplificarii, a formei semnalului si a polaritatii acestuia precum si un generator intern pentru calibrare, etc., caracteristice pentru un chip analog multifunctional.

In figurile 28 - 32 sunt prezentate rezultatele privind parametrii noului chip obtinute prin simulari :

- raspuns bun la rate mari de numarare si puls dublu

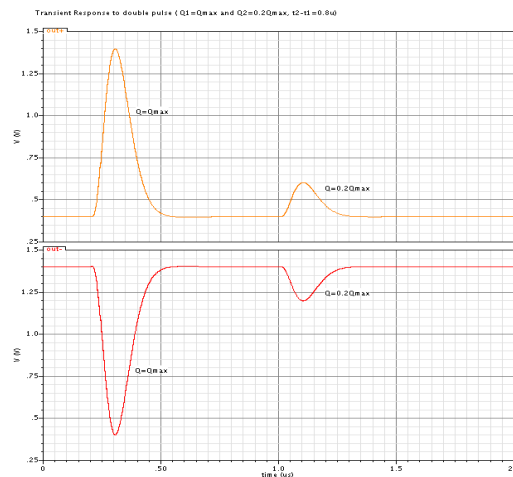
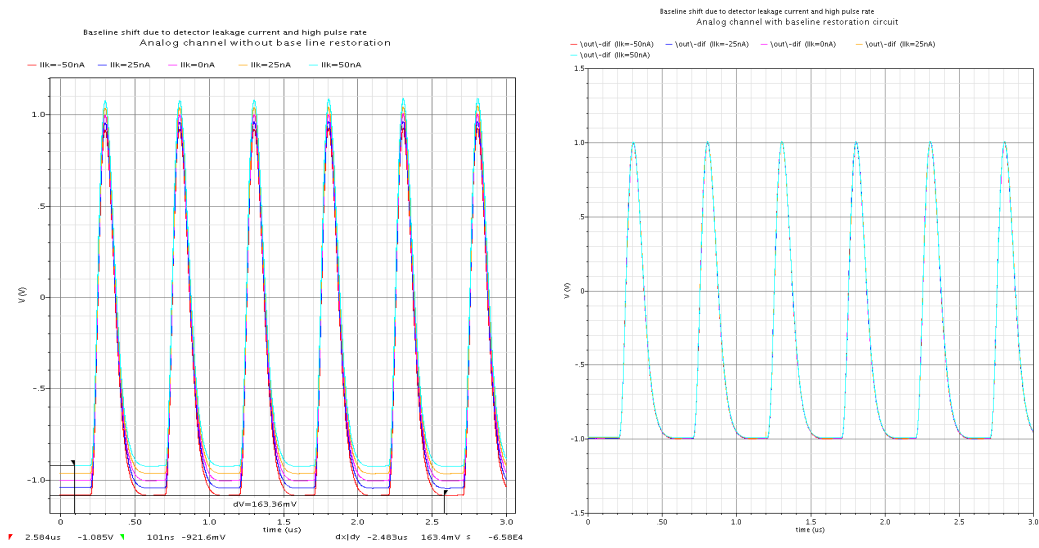


Figura 28

- restaurarea nivelului de baza



Canal analog fara restaurarea nivelului de baza. Delpalsare a nivelului de restaurare mai mare de 160 mV

Canal analog cu restaurare. Deplasare a nivelului de baza de 25 ori mai mica

Figura 29

- selectarea amplificarii

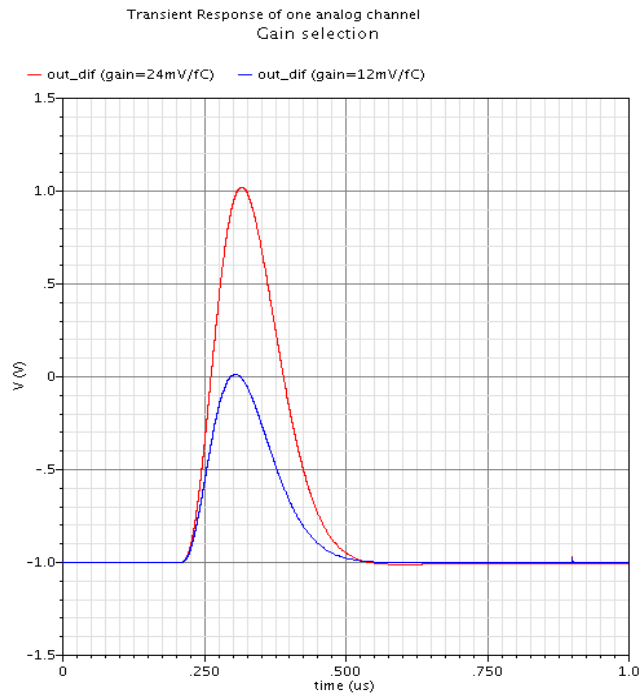


Figura 30

- selectarea formei pulsului:

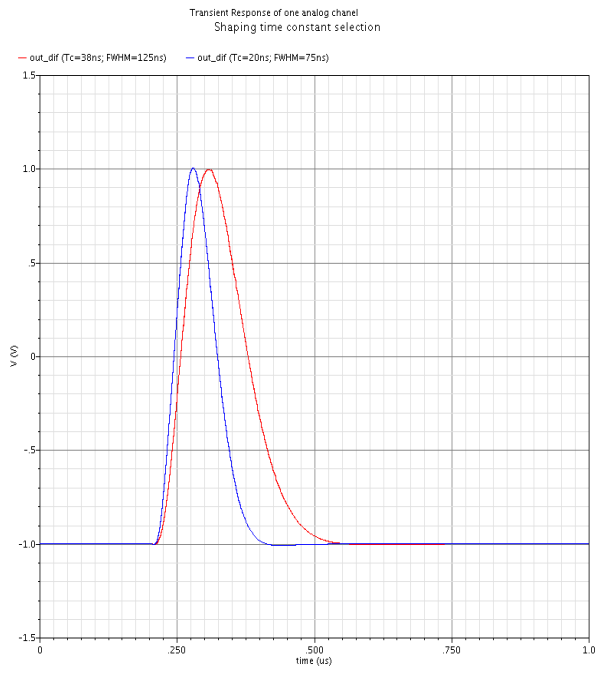


Figura 31

- selectarea polaritatii: se selecteaza polaritate negativa sau pozitiva a sarcinii de intrare, stagiul de iesire isi adapteaza automat intrarea la polaritatea de intrare

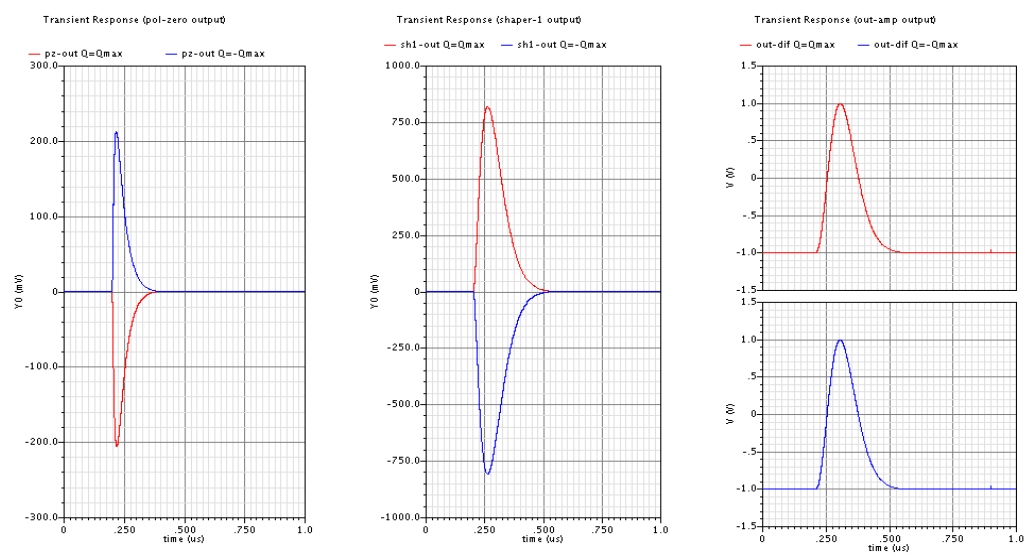


Figura 32

Simularile chipului nou proiectat au aratat ca el indeplineste toate cerintele pentru a fi recomandat ca o solutie pentru electronica noii generatii de TRD mentionate mai sus. Rezultatele obtinute au fost prezentate la “The 11 Vienna Conf on Instrumentation 2007”, la Meetingul Colaborarii CBM (28.02.-02.03.2007).

IV. Dezvoltarea unui sistem de calcul distribuit de tip GRID pentru calculatoare de anvergura

La realizarea acestui obiectiv a contribuit colectivul care lucreaza la acest proiect, in colaborare cu echipa de cercetare de la Universitatea CALTECH si grupul de monitorizare de la CERN.

Configuratiile experimentale realizate in cadrul colaborarilor internationale mari, si anume ALICE la LHC, pe cale de a fi finalizata, sau CBM la FAIR, prevazuta a fi finalizata pana in 2015, la care grupul nostru are o contributie importanta vor livra o cantitate de informatie fara precedent, de ordinul a 10 PByte/an. Pentru procesarea, analiza si interpretarea acestei cantitati uriase de informatie este necesara o retea internationala de putere de calcul si capacitate de stocare, cunoscuta sub numele de GRID. Grupul nostru a avut prima aplicatie GRID din Romania in 2002 si de atunci a dezvoltat continuu o putere de calcul distribuit locala de inalta eficienta. O monitorare middleware versatila e necesara pentru o structura de o asemenea complexitate.

In prezentul proiect s-a implementat MonALISA, care este utilizata in mod curent de catre comunitatea ALICE GRID - AliEn, pe structura noastra de calcul local- NIHAM.

Implementarea **pachetului „middleware”** permite monitorarea si coordonarea activitatii **sistemului de calcul distribuit** al grupului in cadrul **ALICE GRID** si testarea lui pentru monitorarea si coordonarea activitatii pe sistemul de calcul distribuit al grupului in cadrul ALICE/GRID. Activitatea NIHAM in cadrul **ALICE GRID** poate fi urmarita folosind MonAlisa de oricine este interesat in orice moment. Ea este ilustrata in figurile 33-35.

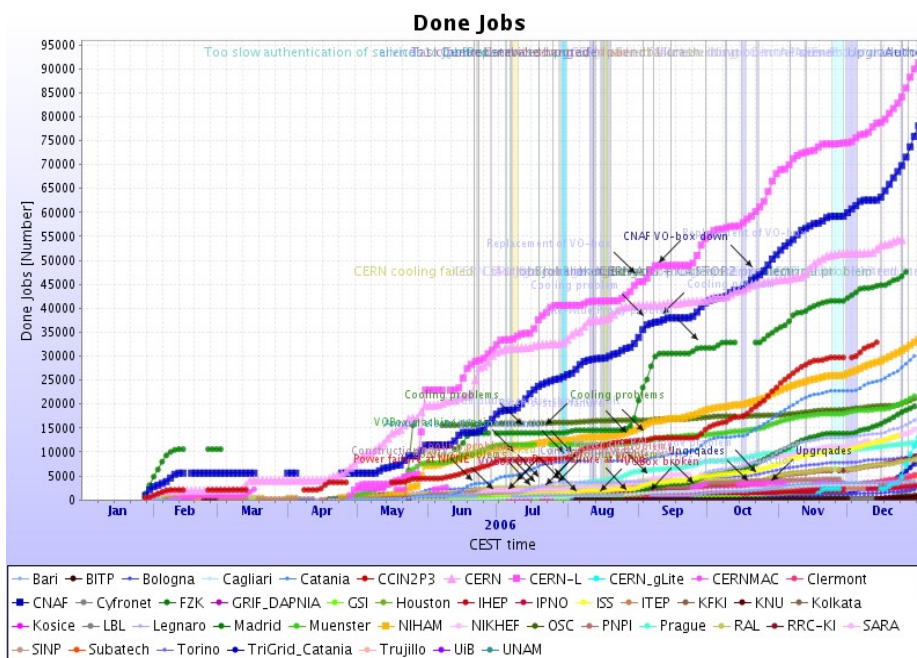


Figura 33

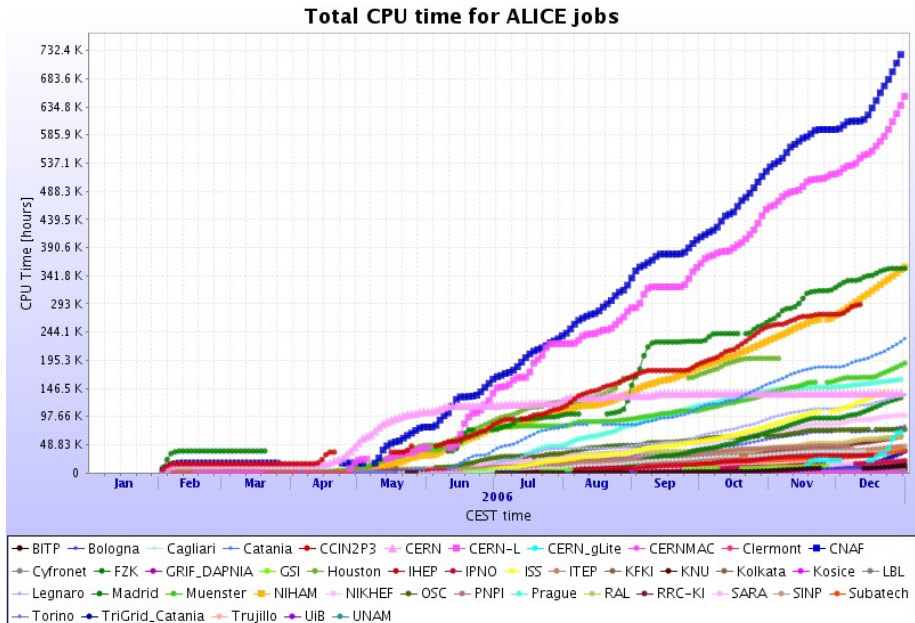


Figura 34

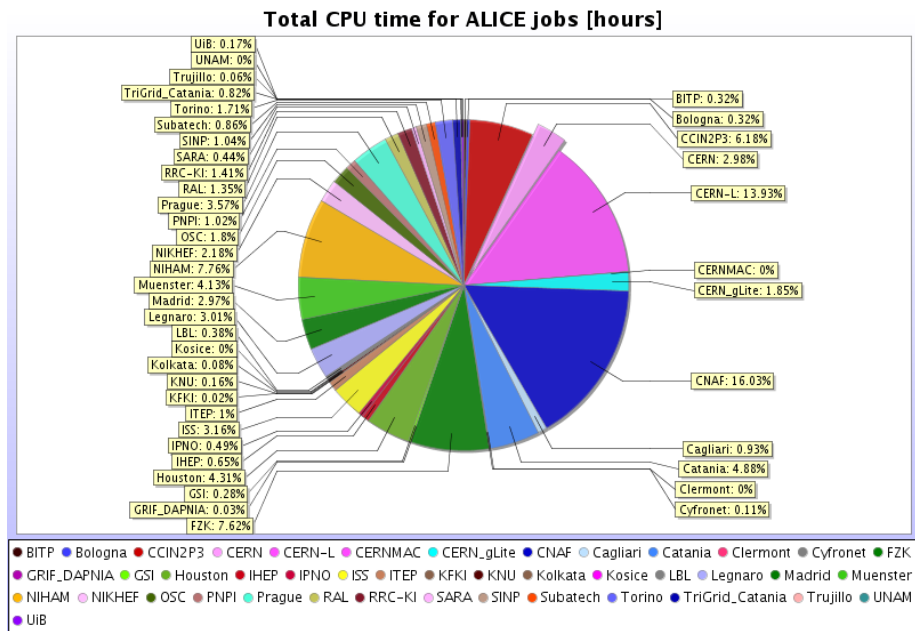


Figura 35

Sistemul in varianta curenta, el fiind in permanenta dezvoltare, se foloseste de asemenea in cadrul proiectelor dezvoltate la UPB, IFIN, ICI, INCAS, Univ Timisoara, Univ Cluj Napoca. De asemenea se utilizeaza de catre CALTECH si CERN. In figura 36 se prezinta infrastructura de comunicatie RoEduNet si conexiunea externa la GEANT vizualizata in cadrul sistemului de monitorizare MonaLISA.

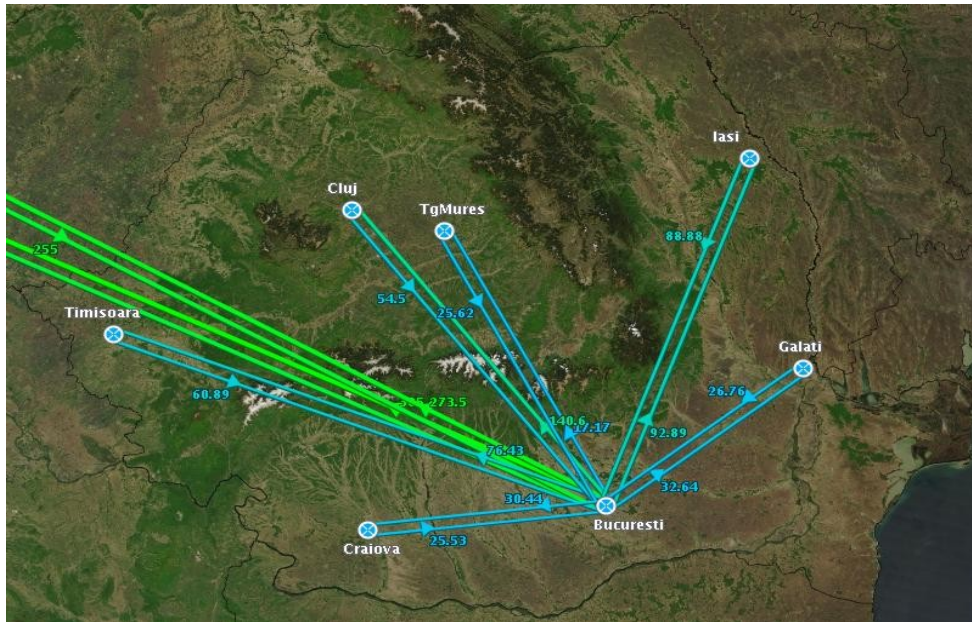


Figura 36

De asemenea s-a implementat cadrul necesar simularilor, reconstructiei si analizei datelor in cadrul viitorului experiment ALICE precum si diferite coduri de calcul de mare avengura pe retea de calcul distribuit a NIHAM care au fost utilizate pentru cercetarile de fizica din cadrul obiectului I al prezentului proiect. Rezultatele au fost comunicate la doua manifestari stiintifice care au avut loc in 2006: CBM Meeting, GSI-Darmstadt si GRID-EGEE, Bucuresti.

V. Aplicatii in alte domenii de activitate

Scpul propus in cadrul acestui obiectiv a fost estimarea parametrilor de detectie a detectorilor cu placi rezistive (RPC) ca detectori de imagine in tomografia cu emisie de pozitroni.

S-a proiectat si realizat prototipul unei camere rezistive cu placi multi strip multi gap (MSMGRPC – Multi Strip Multi Gap RPC). S-au masuratori experimentale privind eficienta de detectie a prototipului MSMGRPC pentru fotonii de anihilare de 511 keV. Pentru determinarea eficacitatii absolute de detectie s-a folosit o sursa quasipunctuala de ^{22}Na care emite pozitroni, iar acestia prin anihilare, produc cate o pereche de fotoni de 511 keV, emisi in directii antiparalele. Identificarea evenimentelor de interes (detectarea perechilor de fotoni emisi in opozitie) se face cu ajutorul a doi detectori dispusi simetric fata de sursa. Coincidenta intre cei doi detectori indica faptul ca s-a produs un eveniment de interes. Spectrele de timp au fost inregistrate prin intermediul unui convertor analog-

digital TDC LeCroy 2228A. Semnalele de sarcina au fost inregistrate prin intermediul unui convertor analog-digital ADC2249W.

In figura 37 se pot urmari spectrele de timp de zbor pentru coincidenta intre detectorul scintilator si MSMGRPC:

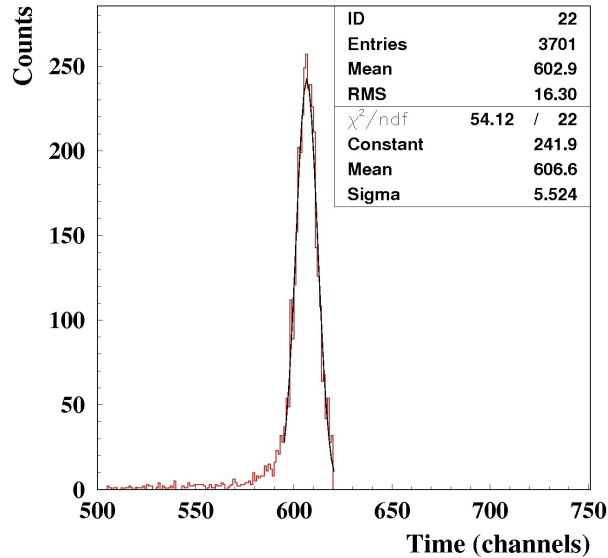


Figura 37

In urma prelucrarii datelor experimentale s-a obtinut pentru eficacitatea RPC valoarea $\epsilon_{\text{MSMGRPC}} = 0,0128\%$, iar pentru plasticul scintilator $\epsilon_{\text{SCIP}} = 0,0312\%$.

Raportul celor doua eficacitati este $\epsilon_{\text{SCIP}}/\epsilon_{\text{MSMGRPC}}=2,4375$, ceea ce arata ca eficacitatea absoluta de detectie a detectorului de plastic scintilator pentru radiatia gama de 511 keV este de aproximativ 2,5 ori mai buna decat a detectorului MSMGRPC. Spectrele de timp au fost inregistrate prin intermediul unui convertor analog-digital TDC LeCroy 2228A. Semnalele de sarcina au fost inregistrate prin intermediul unui convertor analog-digital ADC2249W. Trebuie insa subliniat ca valoarea estimata pentru detectorul cu electrozi rezistivi este subestimata deoarece factorul de amplificare al amplificatorului rapid a fost setat la o valoare mica, astfel incat multe dintre semnale au fost sub pragul discriminatorului. Valorile masurate de noi concorda insa cu valorile raportate in literatura de specialitate de catre alti autori cu preocupari similare.

Pe baza parametrilor prototipului MSMGRPC, construit de noi, determinati in masuratori in fascicul (rezolutie temporala si rezolutie in determinarea coordonatelor punctului de detectie) s-au facut simulari Monte Carlo pentru cazul in care RPC ar fi asambate intr-un cilindru de raza de 50 cm si lungime 1 m, geometrie in care radiatia gama rezultata in urma interactiei pozitronului cu tesuturile organismului uman este detectata intr-un unghi solid apropiat de 4π . O astfel de ar geometrie prezinta avantajul realizarii economice a unui tomograf care ar permite scanarea intregului organism uman.

Rezultatele au fost obtinute pentru cazul in care punctele de interactie ale pozitronilor cu tesutul uman (imagine initiala) sunt uniform distribuite in trei geometrii. Simularile s-au realizat pentru urmatorii parametri ai MSMGRPC: rezolutie in coordonata x (perpendiculara pe stripuri) $\sigma_x = 300$ m, rezolutie in coordonata y (de-a lungul stripurilor) $\sigma_y = 5$ mm, rezolutie temporala $\sigma_t = 83$ ps. Pe baza simularii detectiei

radiatiei gama care se produce in urma interactiei pozitronului cu tesutul uman se obtin coordonatele reconstituite ale punctelor de emisie (imagine reconstituita). Imaginile reconstituite sunt similare cu cele initiale pentru toate cele trei geometrii dupa cum se ilustreaza in figurile 38 - 40.

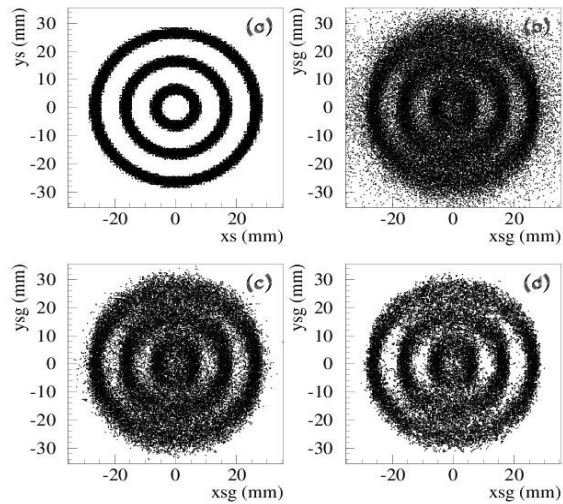


Figura 38 - Reconstructia imaginii in cazul in care punctele de emisie sunt uniform distribuite in 3 coroane concentrice cu distanta intre ele de 5 mm, egala cu rezolutia spatiala in coordonata y: a) punctele de emisie initiale; b) toate punctele de emisie reconstituite pentru $z_{sg} \in [-0.5, +0.5]$; c) punctele de emisie reconstituite pentru mai mult de 5 evenimente in aceeasi sectiune de z_{sg} ; d) punctele de emisie reconstituite pentru mai mult de 10 evenimente in aceeasi sectiune de z_{sg} ; factor de taiere a fondului de 1/10

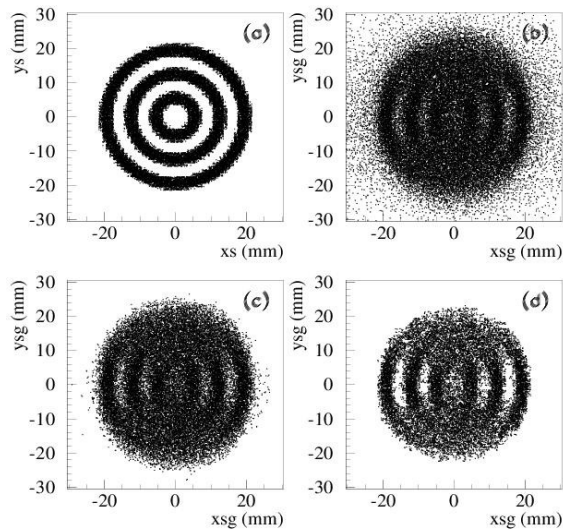


Figura 39 - Reconstructia imaginii in cazul in care punctele de emisie sunt uniform distribuite in 3 coroane concentrice cu distanta intre ele de 3 mm, mai mica deca rezolutia spatiala in coordonata y: a) punctele de emisie initiale; b) toate punctele de emisie reconstituite fara factor de taiere; c) punctele de emisie reconstituite cu factor de taiere a fondului de 1/10; d) punctele de emisie reconstituite cu factor de taiere a fondului de 1/3

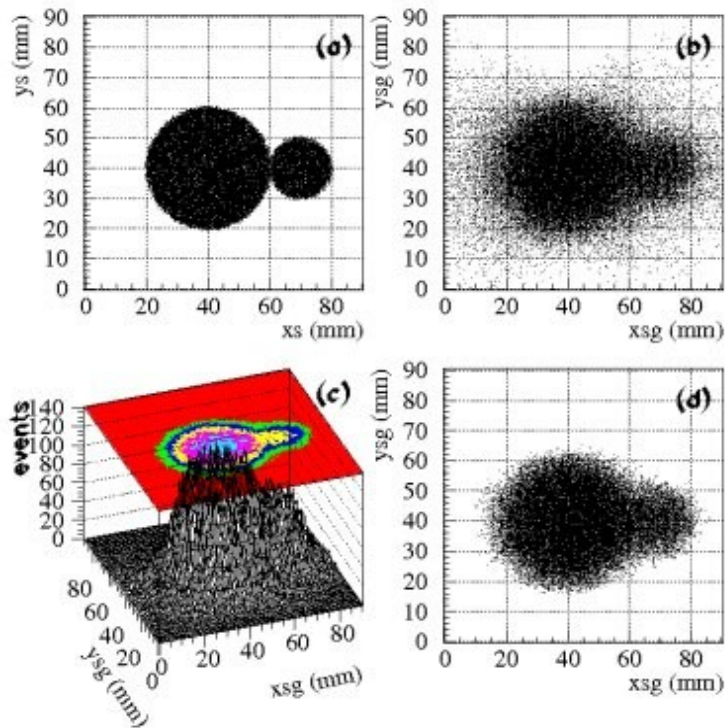


Figura 40 - Reconstructia imaginii pentru puncte de emisie uniform distribuite in 3 sfere cu raze de 5, 10, 20 mm si centre $x_{s01}=y_{s01}=15$ mm, $z_{s01}=10$ mm; $x_{s02}=y_{s02}=z_{s02}=40$ mm; $x_{s03}=70$ mm, $y_{s03}=z_{s03}=40$ mm: a) punctele de emisie initiale; b) toate punctele de emisie reconstituite fara factor de taiere; c) aceeaasi reprezentare ca in b) in trei dimensiuni; d) punctele de emisie reconstituite cu factor de taiere a fondului de 1/10

Evaluarea cantitativa a rezolutiei in reconstructia imaginii initiale s-a obtinut prin simularea pentru o sursa punctuala. Pe baza imaginilor reconstituite prin simularea pentru o sursa punctuala situata in originea sistemului de coordonate s-a evaluat ca eroarea in reconstructia coordonatei x este de ~ 2 mm, iar in coordonatele y si z este ~ 5 mm. Din studiul bazat pe simulari Monte Carlo rezulta posibilitatea utilizarii RPC realizate de noi pentru PET, avand in vedere posibilitatea realizarii de structuri multigap care ar imbunatati rezolutia in determinarea coordonatelor y si z ale punctului de detectie a radiatiei gama. Subliniem ca in prezent in literatura de specialitate exista numai studii, la nivel de prototip, ale perspectivelor utilizarii RPC, dezvoltate pentru studiul interactiilor nucleare la energii relativiste, in tomografia cu emisie de pozitroni (PET). In perioada 20 - 24 august a fost organizat workshopul international "Alice Workshop" care a fost partial finantat in cadrul acestui proiect. Comunicarile prezentate la acest workshop pot fi accesate pe site-ul: <https://niham.nipne.ro/aliceworkshop08>.

In concluzie consideram ca toate obiectivele prezentului proiect au fost integral indeplinite.

Lista publicatiilor

Articole ISI

1. High counting rate transition detector, M. Petris, M. Petrovici, V. Simion, I. Berceanu, D. Moisa, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A 581, 406 - 409, 2007
2. A High Efficiency Transition Radiation Detector for High Counting Rate Environment, M. Petrovici, M. Petris, I. Berceanu, V. Simion, D. Moisa, A. Radu, D. Bartos, V. Catanescu, A. Hergelegiu, C. Magureanu, M. Klein-Bosing, J. P. Wessel, A. Wilk, A. Andronic, G. Garabatos, R. Simon, F. Uhling, Nucl. Instr. Meth. Phys. Res. A 579, 961 - 969, 2007
3. Generalization of TDHFB equations by including the Landau-Zener effect, M. Mirea, Rom. J. Phys., vol. 52, No.1-2, p. 29 - 39, 2007
4. ALICE: Physics Performance Report, Volume II, ALICE Collaboration et al, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys., 32, 1295 - 2040, 2006
5. Variational approach to magnetic bands in ^{82}Rb , A. Petrovici, K.W. Schmid, O. Radu, A. Faessler, Eur. Phys. J. A 28, 19, 2006
6. Shape coexistence in ^{78}Kr , A. Petrovici, K.W. Schmid, O. Radu, A. Faessler, J. Phys. G: Nucl. Part. Phys., 32, 583, 2006
7. Non-statistical fluctuations for deep inelastic processes in $^{27}\text{Al} + ^{27}\text{Al}$ collision, I. Berceanu, M. Duma, D. Moisa, M. Petrovici, A. Pop, V. Simion, A. Del Zoppo, G. d'Erasmus, G. Imme, G. Lanzano, A. Pagano, A. Pantaleo, G. Raciti, Phys. Rev. C 73, 024601-1, 2006
8. Fragment isospin distributions and the phase diagram of excited nuclear systems, Ad. R. Raduta, Physical Review C 73, 014606-1 - 014606-1, 2006
9. Isoscaling in Neck Fragmentation, CHIMERA collab., I. Berceanu, M. Petrovici, A. Pop, Acta Physica Polonica, B 37, p. 199 - 206, 2006
10. Calculation of the neutron induced fission cross section of ^{233}Pa up to 20 MeV, G. Vladuca, F. J. Hamsch, A. Tudora et al, Nucl. Phys. A 740, 3 - 19, 2004
11. Variational calculation of the effect of isospin mixing on superallowed Fermi beta decay, A. Petrovici, K. W. Schmidt, O. Radu, A. Faessler, Nucl. Phys. A 747, 44 - 52, 2005

12. Anabella Tudora, Multi-parametric prompt fission neutron and fission fragment experimental data described by "point by point" model, *Annals of Nuclear Energy* 35 (1), 2008, p. 1 -10
13. A. Petrovici, Self-consistent Description of Exotic Structure and Decay near the N = Z Line, *Int. J. Mod. Phys. E*, 2008
14. Chimera Collaboration, I. Berceanu, M. Petrovici, A. Pop, Signals of dynamical multifragmentation as seen by CHIMERA detector, *Nucl. Phys. A* 805, 2008, p. 507 - 509

Carti

1. Proc. of the Carpathian Summer School of Phys., 2005, Exotic Nuclei and Nuclear/Particle Astrophysics, World Scientific, 2006, p. 39-46, *Exotic Nuclear Structure*, A. Petrovici
2. GSI Scientific Report, 2005, p.67, {FAIR-QCD-CBM-11}, M. Petrovici, V. Simion, M. Petris, A. Radu, D. Bartos, I. Berceanu, V. Catanescu, A. Herghelegiu, C. Magureanu, M. Hoppe, A. Wilk, J. P. Wessels

Comunicari Conferinte Nationale si Internationale

1. A. petrovici, Exotic Phenomena in Medium Mass Nuclei, Carpathian Summer School of Phys., Mamaia, Romania, June 2006, ISBN 981-270-2, p.39-46
2. M. Petrovici, Status R&D on fast TRD, CBM Meeting, GSI, Darmstadt, Germany, Febr. 2006 (pdf file de 17 pagini pe site-ul <https://www.gsi.de/gds/?sessionid=1169040737&folder=1140629667&mod=adminbrowse>)
3. M. Petrovici, Toward a Romanian TIER2 in NIHAM-Grid, GRID-EGEE, Bucuresti, Romania, March 2006
4. A. Tudora, Neutron Data evaluation for $n+^{233}\text{Pa}$ and $n+^{231}\text{Pa}$ reactions up to 30 MeV incident energy, Workshop on Nuclear Data Evaluation for Reactor Applications, France, Oct. 2006
5. Claudiu Schiaua, NIHAM within ALICE Grid, International ICFA Workshop on GRID activities within Large Scale International Collaborations, Romania, Oct. 2006
6. A. Petrovici, Exotic Nuclear Structure in Medium Mass Nuclei, International Conference on Nuclear Structure Physics, China, June 2006
7. O. Radu, Shape Coexistence and Shape Transition in Light Kr Isotopes, 13th Euro Summer School on Exotic Beams, Italy, Aug. 2006
8. M. Petris, M. Petrovici, V. Simion, I. Berceanu, D. Moisa, High Counting Rate Transition Radiation Detector, The 11 Vienna Conference on Instrumentation, 18-25 febr 2007, Austria
9. V. Catanescu, Meetingul Colaborarii CBM (28.02.-02.03.2007)
10. Mugurel I. Andreica, Iosif C. Legrand, Nicolae Tapus, Towards a communication framework based on balanced message flow distribution, EUROCON2007, Int Conf on Computer as a tool, 9-12 sept 2007, Poland

11. Florin Pop, Dacian Tudor, Valentin Cristea, Vladimir Ioan Cretea, Fault-tolerant scheduling framework for mediogrid system, EUROCON2007, Int Conf on Computer as a tool, 9-12 sept 2007, Poland
12. Ciprian M. Dobre, Ramiro Voicu, Adrian Muraru, Iosif C. Legrand, An agent based framework to monitor and control high performance data transfers, EUROCON2007, Int Conf on Computer as a tool, 9-12 sept 2007, Poland
13. C. Carstoiu, Monitoring the ALICE Grid with MonALISA, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
14. C. Stratan, F. Pop, Scheduling Grid Applications using DIOGENES, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
15. V. Cristea, SOA and Grid Technologies, A Distributed Agent Based System to Control and Coordinate Large Scale Data Transfers, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
16. M. Andreica, Balanced Message Flow Distribution Over Multiple Paths, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
17. E. Slusanschi, L.E. Duta, From Simulation to Optimization of Large-Scale Scientific Applications, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
18. C. Dobre, A Distributed Agent Based System to Control and Coordinate Large Scale Data Transfers, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
19. C. Stratan, A. Costan, Resource Usage Accounting in the Open Science Grid, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
20. C. Rentea, Performance Constraints in Business Processes, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
21. St. Trausan-Matu, Semantic GRID, Workshop on Global Computing 19-22 April 2007, Romania
22. A. Petrovici, Self-Consistent Approach to Gamow-Teller Beta Decay of Proton-Rich Kr Isotopes, Workshop on Nuclear Many-body Approaches for 21st Century, INT-Seattle, Univ of Washington, USA, 24 sept-30 nov, 2007
23. A. Pop, Time-zero determination for the $^{112}\text{Sn}+^{64}\text{Ni}$, ^{58}Ni , ^{112}Sn reactions at 35 AmEV from the ISOSPIN - 2003 campaign, Calibration Meeting CHIMERA, Catania, Italy, 6-14.06, 2007
24. V. Catanescu, Specific requirements for analog electronics of High Counting Rate TRD, 10th CBM Colaboration Meeting, 25-28.09, 2007, Dresda, Germany
25. M. Petris, Systematic studies of the in-beam test data of Bucharest-Munster prototype, 10th CBM Colaboration Meeting, 25-28.09, 2007, Dresda, Germany
26. M. Petrovici, C. Schiaua, Niham within ALICE-GRID, ICFA Digital Device Workshop, Mexico City, Mexico, October 24-27, 2007
27. A. Petrovici, Complex EXCITED VAMPIR beyond mean-field approach with symmetry projection before variation for nuclear structure and its way to perform chains of symmetry projected calculations, invited talk at the Cross-fertilization between Shell-Model and Energy Density Functional methods workshop, 7-10 April 2008, Paris-Saclay, on line at: http://irfu.cea.fr/Sphn/Espace_Theorie/Avr2008/talks/index.php
28. A. Petrovici, Self-Consistent Description of Exotic Structure and Decay near the N=Z Line, invited talk at the International Workshop on Nuclear Structure Physics, Shanghai, China, June 1-7, 2008, online at: <http://www.physics.sjtu.edu.cn/nucl/>
29. M. Petri's, TRD Chamber Production Status @ NIHAM, ALICE Workshop, Sibiu, Romania, 20-24 Aug. 2008
30. C. Andrei, I. Berceanu, A. Herghelegiu, M. Petrovici, A. Pop, C. Schiaua, Collective phenomena in heavy ion in central collisions, ALICE Workshop, Sibiu, Romania, 20-24 Aug. 2008
31. A. Herghelegiu, C. Andrei, I. Berceanu, M. Petrovici, A. Pop, C. Schiaua,

Collective phenomena in heavy ion in mid-central collisions, ALICE Workshop, Sibiu, Romania, 20-24 Aug. 2008

32. C. Schiaua, NIHAM GRID site \& Analysis Facility, ALICE Workshop, Sibiu, Romania, 20-24 Aug. 2008

33. M. Petrovici, C. Andrei, I. Berceanu, A. Herghelegiu, A. Pop, C. Schiaua, "*3rd International Conference on Light Heavy Ion Collisions*", Protvino, Russian Federation June (2008)}