

ENERGIA NUCLEARA SI DEZVOLTAREA DURABILA

Valentin MURARESCU¹

Abstract: This paper briefly presents the advantages and disadvantages of the Nuclear Energy use from an environmentalist point of view. The paper describes as well the nuclear power-plants safety and environmental problems in comparison with same problems at the level of the fossil using power-plants. This comparison between the Nuclear and Fossil energy use ends up with a detailed conclusion in favor of the Nuclear Energy.

1. Energia nucleară este mai curată decât credeți

Teama de energia nucleară este de înțeles datorită asocierii cu ororile războiului nuclear, dar este nejustificată. Centralele nucleare-electrice nu sunt bombe atomice. Suntem îngrijorați de deșeurile nucleare și de depozitarea lor în siguranță. Ca orice altă industrie, energetica nucleară își are riscurile ei. Riscul erorilor ce se pot face și al accidentelor ce au loc în industria nucleară pot și trebuie reduse. Riscul unui posibil accident nuclear nu trebuie uitat, dar nici nu trebuie să mascheze faptul că o utilizare rezonabilă și inteligentă a energiei nucleare are avantaje incontestabile pentru sănătatea publicului și protecției mediului.

Mulți oameni au o idee stereotipă despre energetica nucleară: ei o văd ca o industrie care produce imense cantități de deșeuri puternic radioactive pe care le eliberează în mediu. Acest lucru nu este adevărat în Vest, dar a fost adevărat multă vreme în fosta URSS. Imaginea unei centrale nucleare-electrice, cu norii albi care se ridică din imensele turnuri din beton numite „turnuri de răcire”, inspiră temeri copleșitoare în ideea că acestea conțin o forță enormă (ce se întâmplă dacă toate explodează?). Marele public își imaginează adesea că acești nori conțin chimicale toxice sau chiar substanțe radioactive, dar nu este așa. Norul nu este altceva decât picături de apă formate de aerul umed, la fel ca orice alt nor de pe cer. Scopul turnurilor de răcire este eliminarea acelei părți din căldura produsă de centrală care nu poate fi transformată în electricitate. Apa caldă de la schimbătorul de căldură, care nu este radioactivă deoarece ea nu vine niciodată în contact cu combustibilul nuclear, circulă în turnurile de răcire și se răcește în

¹ Student - Universitatea din Pitești, Facultatea de Științe, Specializarea Ecologie și Protecția Mediului

contact cu atmosfera. De-a lungul turnurilor se creează un curent de aer cald și umed care se ridică lent și se evacuează pe la partea de sus a acestora. Pe măsură ce se răcește la contactul cu aerul rece din exteriorul turnului, vaporii de apă se condensează în picături, producând norii mari, albi, caracteristici.

Când centrala nucleareo-electrică este situată pe un râu interior și debitul apei de răcire din râu este insuficient, „turnurile de răcire” sunt folosite pentru a preveni aruncarea unei cantități prea mare de căldură în râu. Atmosfera este încălzită foarte puțin. Norii curați „ecologici” emiși de turnurile de răcire ale centralelor nucleareo-electrice pot fi inhalați fără riscuri, ceea ce nu este cazul cu fumul gros și negru, emis de centralele în care se arde cărbune sau petrol. Aici avem următoarele exemple:

- la producerea a 1 kWh de electricitate prin arderea cărbunelui, gazului natural sau petrolului, se degajă în atmosferă aproximativ un metru cub de CO₂ care contribuie la efectul de seră.
- la producerea a 1 TWh de electricitate folosind cărbune, gaz natural sau petrol, se degajă în atmosferă aproximativ un milion de tone de CO₂ care contribuie la efectul de seră.
- la producerea a 1 kWh de electricitate într-o unitate nucleareo-electrică nu se degajă deloc CO₂ și, după ce elementul combustibil iradiat este reciclat, rămân numai 0,1 miligrame de deșeuri înalt active. Acestea nu sunt eliminate în mediu, ci sunt atent confinate, procesate, stocate și monitorizate. Radioactivitatea lor scade în timp, ele devenind inofensive.

O singură centrală nucleareo-electrică ca aceea de la Nogent-sur-Seine, cu două unități de 1300 Mwe fiecare, a furnizat 50 miliarde kWh, în decursul primilor patru ani de funcționare (1987-1992), adică, în medie, 12 miliarde kWh pe an, ceea ce reprezintă consumul anual total de electricitate al orașului Paris, sau 5% din electricitatea consumată anual în Franța. Pentru a produce aceeași cantitate de energie, ar fi trebuit arse 11 milioane tone de combustibil petrolier, echivalând cu un tren lung de 4600 kilometri format din vagoane încărcate fiecare cu 55 tone de cărbune (distanța de la Paris la Moscova).

O centrală nucleareo-electrică care consumă 27 tone de uraniu îmbogățit 3% (conținutul unui camion de 14 metri cubi), fără emisii de CO₂, fără SO₂, fără NO_x și fără praf și cenușă, produce numai 14 metri cubi de deșeuri înalt active (combustibil iradiat, din care 97% poate fi recuperat și reutilizat prin reprocesarea elementelor combustibile arse) și circa 500 metri cubi de deșeuri slab și mediu active (confinat și izolat de mediu) și degajă anual, în medie, circa 11.100 Curie de radioactivitate. Această radioactivitate produsă de om și degajată în mediu de toate centralele nucleareo-electrice în funcțiune azi pe planeta noastră este de circa 0,000... (13 zerouri în total)...001 din cantitatea de radioactivitate naturală prezentă în scoarța Pământului.

Deși petrolul și gazul natural sunt mai puțin poluante decât cărbunele, energia nucleară consumă comparativ infinit mai puțin și este mult mai curată. O centrală termică pe cărbune consumă de 100.000 de ori mai mult combustibil, în termeni de masă, decât o unitate nucleare-electrică și produce de circa 100.000 de ori mai multe deșeuri, tot în termeni de masă. Deșeurile sunt diferite pentru că sunt chimice într-un caz - circa 5 milioane tone de cenușă și gaze, care sunt degajate în atmosferă - și radioactive în celălalt - 14 metri cubi de combustibil iradiat, care nu este eliminat în mediu, ci stocat și/sau reprocessat.

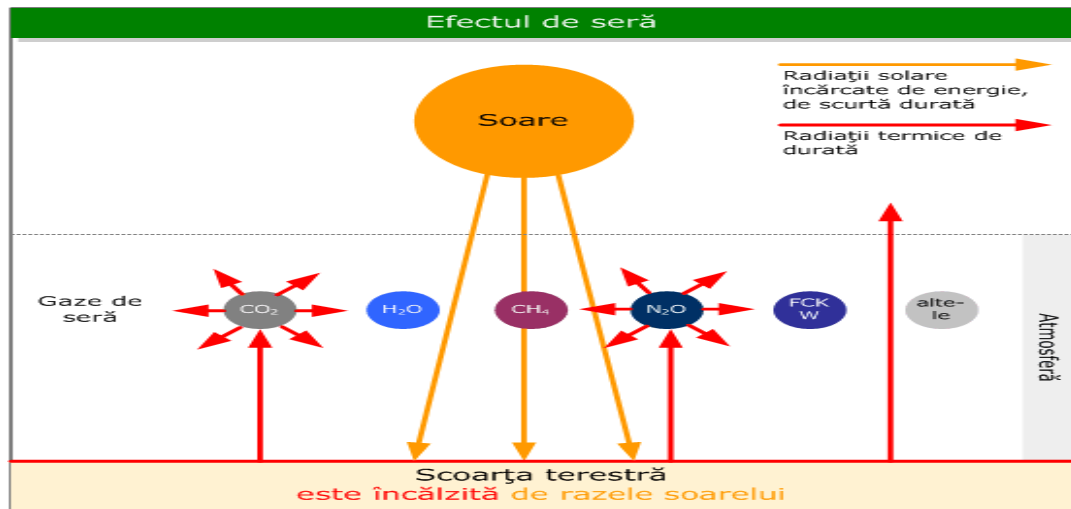


Fig. 1 – Exolicarea efectului de seră

Mulți specialiști consideră creșterea treptată a conținutului de CO₂ din atmosferă drept cauza, cel puțin în parte, a efectului de seră care produce lent, aproape imperceptibil, încălzirea planetei. Nivelul atmosferic al CO₂ a crescut cu aproape 20% de când țările industrializate au început să ardă combustibilii fosili (cărbune, gaz natural, petrol) în cantități masive pentru a produce energie. O centrală nucleare-electrică produce o mare cantitate de energie, fără emisii de CO₂. Chiar și benzina fără plumb sau combustibilul organic numit „combustibilul verde” (cum este combustibilul auto fabricat din trestie de zahăr sau semințe de rapiță) produce CO₂ când este ars. Dacă nivelul atmosferic al CO₂ se va dubla cândva, temperatura medie de pe suprafața planetei va crește cu 3 sau 4 grade Celsius, ceea ce va conduce la importante schimbări climatice și creșterea cu câțiva metri a nivelului mării.

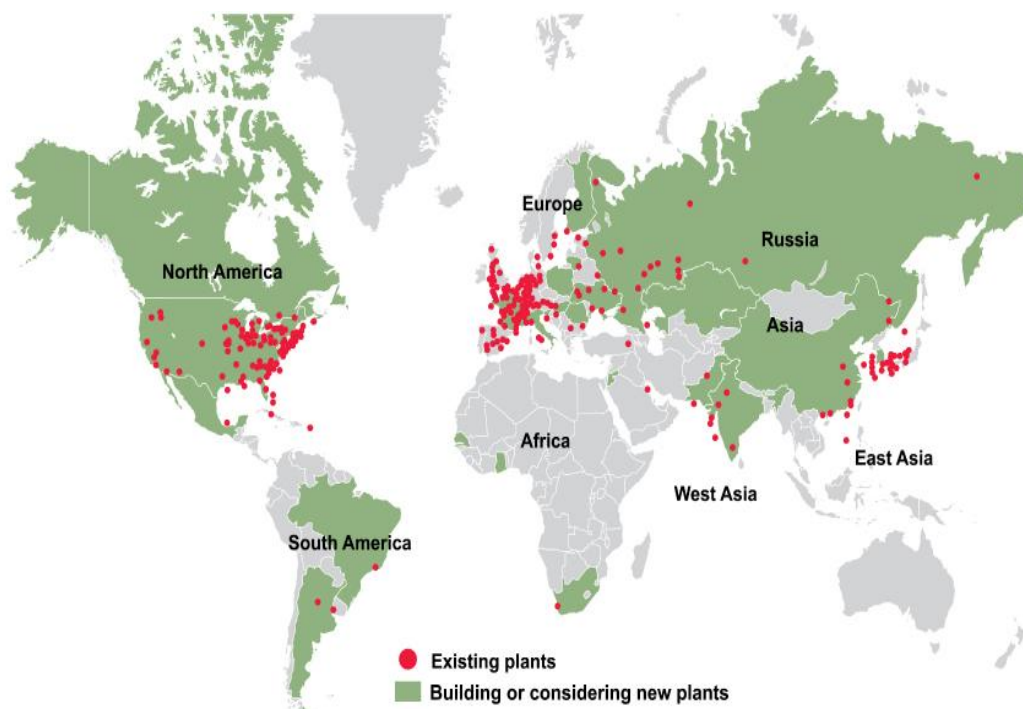


Fig. 2 – Harta răspândirii centralelor nucleare-electrice în lume și a viitoarelor amplasamente.

2. O centrală nucleare-electrică bine proiectată și exploatată are un efect minim asupra mediului

O centrală nucleare-electrică cu patru unități de 1300 Mwe acoperă o suprafață de numai un kilometru pătrat (aproximativ aceeași suprafață ca un centru sportiv cu peluze și terenuri de parcare) și produce suficientă electricitate pentru a alimenta un oraș de mărimea Parisului, Londrei sau Tokyo-ului. Pentru a produce aceeași cantitate de electricitate folosind energia solară, regiuni întregi ar trebui acoperite cu panouri de celule solare, ceea ce este neplăcut, iar fabricarea lor este poluantă (mii de tone de materiale sintetice și vopsea anticorozivă vor fi folosite pentru suportii metalici ai panourilor, iar aceste panouri trebuie înlocuite la fiecare 30 de ani). Așa cum am văzut, cantitățile de substanțe chimice evacuate în mediu de o centrală nucleare-electrică sunt neglijabile, iar radioactivitatea eliberată ridică foarte puțin nivelul natural de radioactivitate din amplasament. Împrejurimile unei centrale nucleare-electrice în Germania, Japonia sau Statele Unite sunt mai puțin radioactive decât o plajă din Bretania unde roca granitică emite sensibil mai multă radioactivitate naturală decât solul terenurilor sedimentare.

Singurul impact al centralelor nucleare-electrice asupra mediului se referă la peisaj și la ușoara încălzire, cu câteva grade, a apei mării sau a râurilor, folosită pentru a absorbi căldura-deșeu, care favorizează creșterea algelor și a peștilor. Pentru aceeași producție de energie, o centrală nucleare-electrică alterează zona rurală mult mai puțin decât o centrală solară sau eoliană. Efectul ei asupra peisajului este mai mult sau mai puțin echivalent cu cel al unei centrale termice cu petrol sau cărbune (centrale care poluează chimic). Probabil ecosistemul unui râu nu este perturbat prea mult de o creștere de temperatură cu câteva grade deoarece știm că în acele locuri temperatura apei poate varia natural cu 10 până la 20 de grade Celsius, de la iarnă la vară. Trebuie să semnalăm că toate centralele termice care produc energie, inclusiv pentru încălzirea locuințelor și centralele electrice cu cărbune și petrol, încălzesc atmosfera sau apa râurilor folosită ca sursă de răcire. Încălzirea mediului nu este așadar specifică energiei nucleare, ci este proprie oricărui sistem de producere a energiei.

S-a observat că peștii din râuri, căprioarele, cârțițele, șoarecii de câmp și alte mamifere terestre trăiesc și se hrănesc foarte bine în imediata vecinătate a centralelor nucleare-electrice, unde nivelul radioactivității este doar puțin mai ridicat decât a fost înainte de construirea centralei. Deoarece amplasamentul este mai bine protejat decât alte locuri, ele chiar prosperă, așa cum se întâmplă cu unele păsări sau iepuri lângă pistele aeroporturilor, deoarece sunt prezenți mai puțini prădători umani (vânători și pescari).

Există o mare disproporție între locul (important și justificat) acordat ecologiei și sănătății publicului atunci când este vorba de energia nucleară și standardele permissive, absența totală a reglementărilor sau violarea continuă a acestora în celelalte domenii, cum sunt: industria petrolului (spălarea tancurilor petroliere cu apă de mare), industria chimică (eliminarea de poluanți în mediu), agricultura și sectorul agroalimentar (un mare număr de substanțe folosite în producția de alimente înainte și după recoltare)

3. Problema deșeurilor nucleare

Este o problemă importantă al cărei răspuns a fost amânat mulți ani, deșeurile fiind între timp stocate temporar. Înainte de toate trebuie să precizăm faptul că volumul de deșuri radioactive este foarte mic în comparație cu deșeurile altor industrii, ceea ce înseamnă că este posibilă stocarea în bune condiții pe termen mediu sau lung.

Pentru a înțelege problema deșeurilor radioactive ar trebui să se știe că există deșuri radioactive înalt active (puternic radioactive, în general cu durată de viață lungă) și deșuri slab și mediu active, care sunt mai voluminoase, dar mai puțin periculoase, conținând în special radionuclizi de viață scurtă (având timpul de înjumătățire sub 30 de ani). Cel mai dificil de gestionat sunt deșeurile cu timp de înjumătățire destul de lung și nivel de radioactivitate relativ ridicat. Deșeurile nucleare înalt active vitrificate, corespunzătoare consumului de

electricitate pe durata de viață a unei familii standard moderne, au un volum ce poate fi ținut într-o mână, sub forma unui mic cilindru de circa trei centimetri în diametru și opt centimetri lungime. Deșeurile radioactive slab și mediu active cu izotopi de viață scurtă (având timp de înjumătățire sub 30 de ani), reprezintă 90% din volumul total. Ele sunt comprimate pentru reducerea volumului, ambalate în butoaie standard din beton și stocate într-o instalație de depozitare special proiectată, unde sunt atent monitorizate. Înainte de a fi reprocesate, deșeurile înalt active sunt stocate pentru câțiva ani la locul de producere, apoi sunt transportate la un alt amplasament pentru stocare și tratare, spre exemplu la uzina de reprocesare La Hague. Au fost analizate și/sau testate mai multe scenarii pentru a rezolva problema controversată a gospodăririi deșeurilor nucleare de viață lungă. Printre ipotezele considerate putem menționa: simpla stocare a materialelor radioactive în clădiri special echipate (opțiunea S.U.A), reprocesarea deșeurilor și reciclarea unei mari părți din acestea (opțiunea curentă a Franței, Marii Britanii și Japoniei) sau depozitarea deșeurilor la câteva sute de metri sub pământ în formațiuni geologice potrivite sau în mine de sare. Ultimele două ipoteze, reciclarea în proporție de 97% și depozitarea la mare adâncime a deșeurilor reziduale, pot fi combinate și alcătuiesc cel mai probabil scenariu pentru viitor, având în vedere avantajele lor deosebite.

O centrală nucleareo-electrică cu apă ușoară de 1000 MWe produce în fiecare an circa 20 tone de uraniu sărăcit, parțial reciclabil, 750 kg produși de fisiune (în special stronțiu și cesiu, o mică parte dintre aceștia putând fi reciclați pentru utilizare în instalații de iradiere medicale sau industriale), 260 kg de plutoniu care este reciclat prin fabricarea combustibilului cu oxid mixt (MOX) sau a combustibilului pentru reactorii cu neutroni rapizi și 21 kg de actinide care sunt produse de activare cu neutroni incluzând neptuniul, americiul și curiumul. În total, o țară ca Franța produce anual circa 1000 de tone de combustibil iradiat, conținând 960 de tone de uraniu, 10 tone de plutoniu, 30 tone de actinide și diferite alte deșeuri. Aceste deșeuri nucleare sunt complet confinate și nu sunt dispersate în mediu. Ele ocupă foarte puțin spațiu în comparație cu miile de milioane de tone de particule de fum ce ar fi fost eliberate în atmosferă de termocentralele cu combustibil fosil producând tot atâta electricitate.

Combustibilul nuclear ars este stocat câțiva ani într-o piscină lângă centrala nucleareo-electrică, pentru dezintegrarea radionuclizilor de viață scurtă ce constituie cea mai mare parte a radioactivității, apoi el este transferat la o uzină de reprocesare pentru separarea diferiților constituenți. Numai o parte a deșeurilor solide, deșeurilor înalt active, este vitrificată pentru a preveni dispersarea. Celelalte deșeuri solide sunt stocate în containere din beton câteva decenii, timp în care radioactivitatea lor scade atât de mult, încât nu mai constituie un pericol.

Există câteva căi de a trata deșeurile radioactive: una constă în a nu le trata deloc, ci doar a le stoca, așteptând să vedem ce am putea face cu ele mai tarziu, celelalte constând în reprocesare, îngropare sau alte soluții. Îngroparea este calea aleasă de USA, Franța și Japonia, alte țări

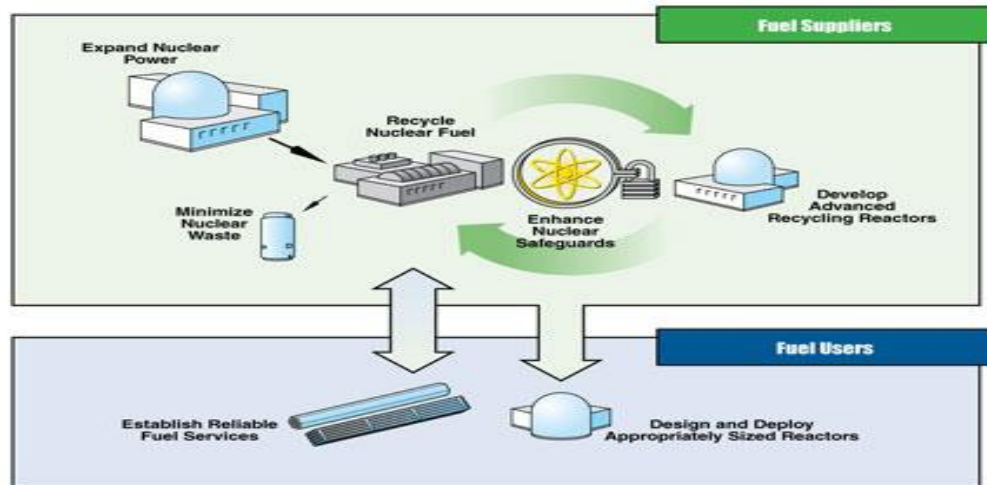


Fig. 3 - Reciclarea deșeurilor radioactive

au decis să urmeze altă cale: reprocesarea deșeurilor prin separarea uraniului sărăcit, a plutoniului și a celorlalți constituenți, recicland 97% din volumul total. Uraniul care formează cea mai mare parte a combustibilului ars poate fi trimis la o uzină de îmbogățire pentru a fi reîmbogățit în uraniu 235, iar apoi reutilizat în reactorii cu apă sub presiune. Din volumul inițial rămâne 3% care conține: plutoniul cu un volum foarte mic, dar foarte radioactiv, actinidele și produșii de fisiune. Nu s-a găsit încă o soluție mai bună decât depozitarea lor. În viitor, aceste deșeuri reziduale ar putea fi reprocesate cu tehnici ce nu sunt disponibile astăzi. Costul real al depozitării definitive nu este cunoscut exact, în timp ce costul actual al reprocesării este cunoscut. Reprocesarea este scumpă, dar mai avantajoasă pentru mediu deoarece 97% din material este recuperat. Indiferent de gradul lor de radioactivitate, dacă deșeurile sunt depozitate la adâncime mai mare de 100 de metri, absolut nici o radiație nu poate ajunge la suprafață.

4. Avantajele economice și strategice ale energiei nucleare

Combustibilul consumat de o centrală nuclearo-electrică este de câteva zeci de tone de uraniu pe an, în timp ce consumul de petrol al unei termocentrale se ridică la milioane de tone pe an. Din acest motiv o țară își poate face ușor stocuri de combustibil cu uraniu, suficiente pentru a se adăposti de orice fel de blocadă economică, militară sau de alt fel, timp de decenii, în timp ce stocul de petrol pentru trei luni, reprezintă deja un volum enorm. Așadar, continuitatea alimentării cu energie electrică poate fi garantată de energia nucleară, iar „șantajul energetic” care s-a văzut între țările producătoare și cele consumatoare de petrol, este imposibil în cazul

energiei nucleare. Resursele de uraniu sunt mai uniform distribuite pe glob decât zăcămintele de țiței, care sunt concentrate în câteva zone privilegiate. Iată de ce stabilitatea prețului acestei materii prime este garantată pe lungi perioade și toate țările se găsesc mai mult sau mai puțin pe picior de egalitate în raport cu resursele de uraniu.

5. Concluzii

Energia nucleară este de departe sursa de energie cea mai prietenoasă cu mediul și ușor disponibilă în mari cantități. La începutul secolului al XXI-lea avem nevoie de o simbioză între protecția mediului și tehnologie, în scopul de a construi o lume mai respectoasă cu mediul. Pentru a realiza aceste țeluri trebuie să ne schimbăm modul de viață, iar în domeniul energiei trebuie să îmbunătățim atât producția, cât și utilizarea ei. Centralele nucleare-electrice și facilitățile industriale în general trebuie făcute cât mai sigure posibil.

Stocul mondial de uraniu nu este inepuizabil. Prin urmare, trebuie să conservăm energia și să optimizăm folosirea centralelor nucleare-electrice. Trebuie să învățăm să gospodărim deșeurile radioactive. Din toate procesele de producere a energiei ce pot fi utilizate pe scară largă, utilizarea rezonabilă a energiei nucleare este desigur cea mai bună alegere. Ea împacă cerințele economice cu prioritatea noastră principală de a respecta mediul.

BIBLIOGRAFIE :

1. Bruno Comby - *Energia nucleară și mediul*, Editura TNR București, 2001
2. Ion I.Popescu - *Contribuții la studiul radioactivității mediului înconjurător pe baza datelor obținute din programele de monitorizare a unor obiective nucleare din Romania*, Institutul de Fizică Atomică București, 2001
3. I.Ursu - *Fizica și Tehnologia Materialelor Nucleare*, Editura București, 2001
4. Durr, Michael - *Ciclul combustibilului nuclear de la mină la uzina de reprocesare*, E.D.F. - Direcția de Echipament, 1980
5. Ducrocq, Albert - *Nuclearul va reveni din nou la modă în secolul 21*, Revenu Francais, 1992
6. Bourdelle, J. - *Cum scăpăm de deșeurile nucleare?*, Ecologia, 1993
7. Barnier, M. - *Dezvoltarea eco-cetățeniei*, La Jaune et la Rouge, 1997