

# VALORACIÓ, DEU ANYS DESPRÉS, DE L'IMPACTE EN EL MEDI AMBIENT

GEMMA RAURET

Dept. de Química Analítica  
Universitat de Barcelona

## INTRODUCCIÓ

L'accident de la central nuclear de Txernòbil ha estat sense cap mena de dubte el desastre més gran ocorregut al llarg de la història de la indústria nuclear o de les centrals d'energia nuclear. Com a conseqüència de la gravetat de l'accident, de les variables condicions meteorològiques i de la llarga durada de les emanacions a l'atmosfera, la pol·lució radioactiva al medi abastà una àrea molt àmplia i afectà un gran nombre de persones. La part més important de la deposició es produí en tres repúbliques: Bielorússia, Rússia i Ucraïna. Només pel que fa al  $^{137}\text{Cs}$ , en aquestes repúbliques un total de 127.970 km<sup>2</sup> varen rebre una deposició d'entre 37 i 1.480 kBq/m<sup>2</sup>. De la deposició total de radiocesi, un 33,5 % correspongué a Bielorússia, un 23,9 % a Rússia i un 20 % a Ucraïna. Altres països tingueren deposicions que superen l'1 % de la deposició total com és el cas de Suècia (4,4 %), Finlàndia (4,3 %), Àustria (2,8 %), Noruega (2,3 %), Romania (2,0 %) i Alemanya (1,1 %). A Espanya i més concretament a Catalunya la deposició fou molt inferior.

La singularitat de l'accident de Txernòbil està no tan sols en la gran àrea contaminada sinó també en el fet que una gran quantitat de material radioactiu va descarregar a l'atmosfera en forma de partícules sòlides procedents del reactor. Aquest fet fa que la font de pol·lució sigui molt complexa i la deposició molt heterogènia. Així, al voltant de la central es depositaren les partícules més grosses i el grafit del reactor, mentre que les partícules més fines varen desplaçar-se a distàncies més grans. Els productes més volàtils com ara el  $^{131}\text{I}$ , el  $^{132}\text{Te}$  i el  $^{137}\text{Cs}$  es dispersaren fins a zones distants milers de quilòmetres, cosa que féu que tot Europa en resultés afectada.

Al llarg d'aquests deu anys s'han fet esforços considerables per tal d'avaluar les conseqüències sanitàries en la població exposada i per tal d'estudiar

l'impacte de l'accident en el medi. En aquest temps, s'han produït a més canvis socials i polítics importants que han permès una més àmplia col·laboració científica amb els països integrats a la Unió Europea. Quan el 1991 la Comissió Europea iniciava el seu tercer programa marc, el Parlament Europeu va aprovar un pressupost especial per dur a terme estudis sobre les conseqüències de l'accident de Txernòbil i va establir un acord de col·laboració internacional entre la Comissió Europea i els governs de les tres repúbliques més afectades per l'accident. Aquests estudis s'estructuraven en setze projectes, sis dels quals eren projectes experimentals de col·laboració (ECP) sobre el medi ambient, que tractaven del següent:

ECP 1 Contaminació de superfícies per ressuspensió de material.

ECP 2 Transferència de radionúclids a través del medi terrestre a productes agrícoles i avaluació de les pràctiques agroquímiques.

ECP 3 Transferència de material radioactiu d'ecosistemes terrestres a les masses d'aigua de l'entorn de Txernòbil.

ECP 4 Avaluació i desenvolupament d'estratègies de descontaminació en situacions específiques i avaluació de llur eficàcia i impactes secundaris.

ECP 5 Comportament de radionúclids en ecosistemes naturals i seminaturals.

ECP 9 Transferència de radionúclids a ramats, comparació dels diferents sistemes agrícoles i contramesures.

El grup de treball de radioactivitat ambiental de la Universitat de Barcelona format per membres del Departament de Química Analítica i del Departament de Biologia Vegetal va ésser convidat a participar en el projecte experimental ECP 2 des de l'any 1991. A partir de l'any 1994 la Universitat de Barcelona coordinà l'esmentat projecte. Aquest fet ens va permetre participarhi molt activament, assistir a les reunions del grup de coordinadors durant la realització dels treballs i presentar els resultats assolits al llarg d'aquests anys en el congrés que tingué lloc del 18 al 22 de març de 1996 a Minsk [1].

Els objectius globals dels estudis dels projectes experimentals eren, per una banda, conèixer com la interacció entre la radiació i el medi ambient afecta la dosi de radiació en l'home i per l'altra establir la metodologia adient per tal de reduir la dosi i, en cas que fos possible, restaurar el valor ecològic i econòmic de les zones contaminades. Tractaré de resumir les aportacions principals dels sis estudis experimentals duts a terme.

Un dels aspectes que convé destacar i que fa referència a la col·laboració entre un nombre important de centres de recerca de països molt diversos és la necessitat d'harmonitzar les metodologies i de millorar la qualitat de les mesures. S'ha donat la circumstància que s'han utilitzat diferents mesures per determinar un mateix paràmetre en diferents països, amb la qual cosa els resultats obtinguts no sempre són comparables i poden fins i tot portar a conclusions

contradictòries. D'altra banda, les decisions s'han de prendre a partir de les dades obtingudes, per la qual cosa els errors en les dades poden comportar errors en les decisions. Un dels exemples més clars en aquest sentit ha estat la dificultat d'integrar totes les dades obtingudes referents a la deposició, ja que no sempre s'han emprat les mateixes tècniques de presa de mostra ni la mateixa manera de presentar els resultats. A més, s'ha fet palès que les dades de deposició obtingudes l'any 1986 poden no representar la situació actual perquè l'escorrentia o les inundacions que hi ha a la zona per pluges o desglaç provoquen canvis importants.

#### AMBIENT URBA

Un dels projectes feia referència a l'ambient urbà. En aquest projecte (ECP 4) s'han fet estudis sobre la contribució de les diferents superfícies a la dosi per irradiació exterior i sobre llur variació amb el temps [2]. Aquests estudis s'han centrat més en petites cases típiques de pobles o d'àrees suburbanes que en grans edificis, malgrat que s'hagi demostrat que la contaminació dels edificis i de les seves àrees properes té una contribució important a la dosi per irradiació exterior en la població urbana.

S'han assajat diverses tècniques de descontaminació i per avaluar-les s'ha tingut en compte tant llur eficiència com llur cost. Les tècniques que s'han demostrat més recomanables per a la descontaminació d'edificis són els sistemes d'alta pressió, la sorra a pressió, l'ús de raspalls rotatoris o la triple excavació.

A la figura 1 es representa la reducció de la taxa de dosi en interiors per descontaminació de diverses superfícies corresponent a Novo Bovovitz (Rússia) el 1995. Com hom pot observar la dosi pot disminuir de manera important bàsicament gràcies al canvi de teulada en una casa o a l'eliminació del sòl al voltant de la casa. S'ha arribat a la conclusió que convindria fer més estudis, sobretot de les àrees urbanes abandonades, per tal d'avaluar la contribució a la dosi i la conveniència de reutilitzar una bona part dels edificis abandonats en àrees urbanes un cop transcorregut deu anys de l'accident.

#### RESSUSPENSIÓ

Un altre dels temes estudiats ha estat la contribució a la dosi, deu anys després de l'accident, de la ressuspenió de material contaminat. Les conclusions a les quals ha arribat el projecte experimental 1 són que la contribució a la dosi per ressuspenió és minoritària comparada amb altres vies i que la transferència de radionúclids de zones molt contaminades a àrees poc contamina-



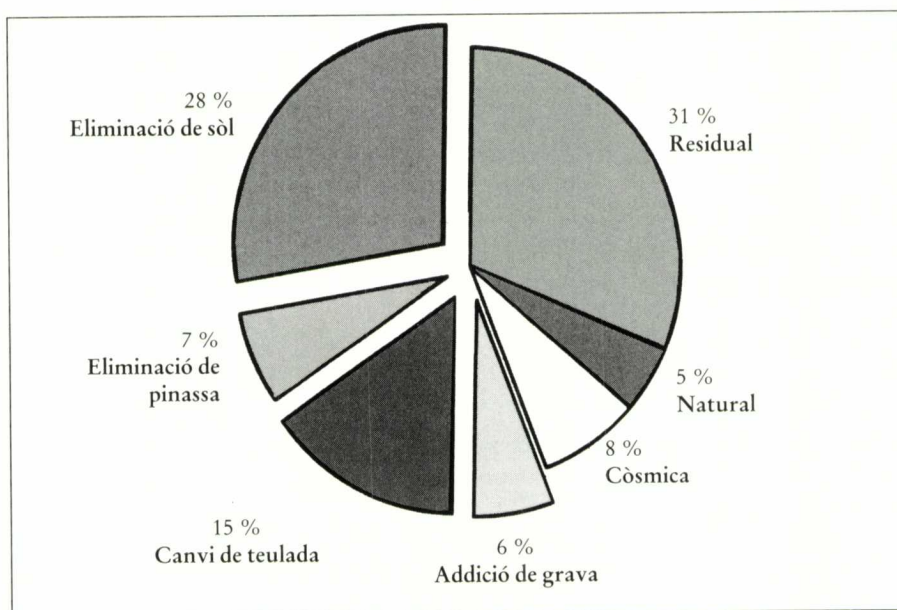


FIGURA 1. Reducció relativa de la taxa de dosi en interiors per descontaminació de diverses superfícies a Novo Bovovitz, Rússia, 1995.

des és poc important. En canvi, s'ha fet evident que el foc en els boscos és una possible font de ressuspensió que cal tenir en compte. S'ha observat que un foc en una superfície de 2 km<sup>2</sup>, en el qual el bosc pot perdre un 4 % del <sup>137</sup>Cs que conté, pot fer augmentar fins unes mil vegades l'activitat d'un punt situat a més de 20 km de distància. També s'ha fet palès que la ressuspensió no és un fenomen lineal i que depèn fonamentalment de la velocitat del vent. Així, si es duplica la velocitat del vent la ressuspensió pot augmentar de l'ordre de 32 vegades, 2<sup>5</sup>.

També s'ha conclòs que en la fase immediata després d'un accident, i segons les condicions meteorològiques, la ressuspensió pot esdevenir un fenomen important.

Pel que fa a les distàncies curtes la ressuspensió pel vent o per l'esquitxada de la pluja pot contribuir significativament a la contaminació de les plantes, especialment en el cas de radionúclids no mòbils que no penetren per via radicular a les plantes com el Pu. Pel que fa al Cs, radionúclid mòbil, malgrat que la transferència per via radicular és la més important, la ressuspensió pot arribar a contribuir de manera significativa en la transferència sòl-planta. És per això que les pràctiques agrícoles que impliquen una disminució de la ressuspensió,

com cobrir el sòl amb palla, poden fer disminuir de manera important la transferència sòl-planta i, per tant, actuar com una contramesura eficaç [3]. A la zona d'exclusió, a una distància inferior a 10 km de la central, es va fer un estudi, dissenyat pel Grup de Biologia Vegetal de la Universitat de Barcelona i realitzat en el marc del projecte experimental 2, en el qual s'emprava aquesta pràctica agrícola. Cal, però, tenir en compte que la palla que s'ha d'emprar per cobrir el camp no ha d'estar contaminada per tal que l'efecte sigui beneficiós.

#### SISTEMES AQUÀTICS D'AIGUA DOLÇA

L'accident de Txernòbil va introduir una elevada contaminació en les conques de drenatge dels rius Dniéper i Pripiat. En el curs mitjà-baix del Dniéper viuen uns nou milions de persones que beuen i usen l'aigua del riu en llurs cases. A més, uns trenta milions de persones es poden veure afectades per la pol·lució d'aquests rius per l'aigua de reg o pel consum de peixos pescats en zones pol·luïdes.

Per evitar la dispersió dels pol·luents en el medi aquàtic, immediatament després de l'accident es van gastar molts diners en mesures encaminades a evitar la pol·lució de les aigües dels rius més importants i dels embassaments propers per tal de reduir la dosi en la població. Amb aquest objectiu es van construir dics de filtració o es van cavar trinxeres per als sediments al final del riu Pripiat.

Actualment la contribució a la dosi per via aquàtica es calcula que és de l'ordre d'un 10 % de la total. A la figura 2 hom representa la conca dels rius Dniéper i Pripiat, on pot observar-se la importància per a la ciutat de Kíev de la possible contaminació de les aigües de l'embassament que porta el seu nom.

A causa de la gran mobilitat dels radionúclids en el medi aquàtic, a llarg termini aquest medi representa l'única via de transferència de radionúclids de les zones altament pol·luïdes a les no pol·luïdes. Les principals fonts de pol·lució de les masses d'aigua, a part de la deposició directa que en fou la causa més important en el moment de l'accident, són l'escorrentia dels aiguamolls, la dissolució de les partícules calentes i la possible inundació de les zones altament contaminades. Aquesta última causa és particularment perillosa en anys de fortes nevades quan es produeix el desgel, fet que ha obligat, fins i tot al cap de deu anys, a construir nous dics per evitar la contaminació de l'embassament.

Pel que fa als llacs, aquests són més vulnerables a la pol·lució que no pas els rius a causa de l'elevat temps de residència dels radionúclids en aquests ecosistemes.

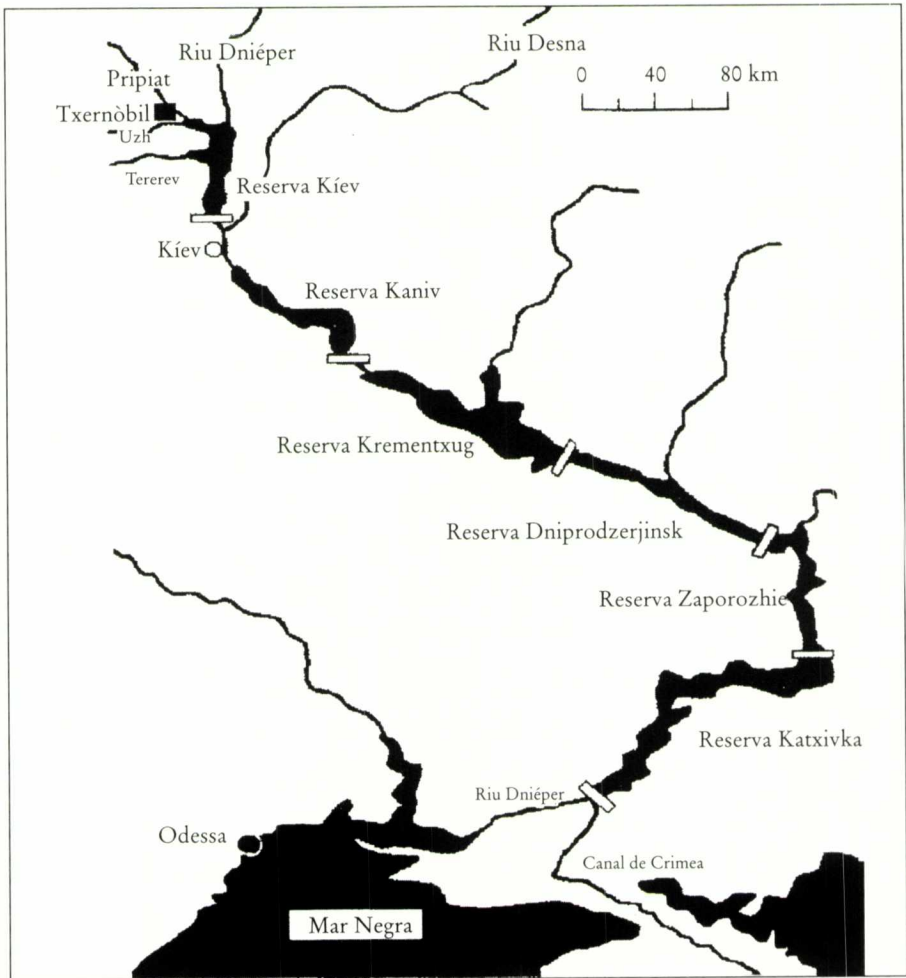


FIGURA 2. Sistemes aquàtics d'aigua dolça.

En els estudis realitzats dins dels projectes experimentals [4] s'ha observat que la contribució a la dosi pel consum de peixos és important especialment en els afeccionats a la pesca, els quals representen una part important de la població. Les concentracions d'activitat de radiocesi en els peixos han estat més elevades en el període comprès entre un i tres anys després de l'accident. Estudis duts a terme en el laboratori i després verificats en el medi han demostrat que la contaminació per radiocesi en els peixos és inversament proporció-



nal a les concentracions de potassi a l'aigua. Això ha fet pensar en la possibilitat d'usar potassi com a contramesura per disminuir la concentració d'activitat en els peixos. També s'ha observat que no tots els peixos presenten la mateixa activitat i que són les espècies depredadores les que tenen un contingut més alt en radiocesi.

Hom pot concloure que l'elevada contaminació dels peixos, l'afecció a la pesca dels habitants de la zona propera a Txernòbil i els hàbits alimentaris de la població fan que el consum de peix representi no solament una part important de la dosi en la població sinó que aquesta sigui difícilment controlable, especialment en les zones dels aiguamolls on els nivells de pol·lució per radiocesi supera els límits permesos per al consum de peix.

#### ECOSISTEMES SEMINATURALS

Les tres repúbliques que més varen rebre l'impacte de Txernòbil tenen àmplies extensions de prats i boscos. Sense comptar l'àrea de 30 km al voltant de la central nuclear, uns 17.200 km<sup>2</sup> a Bielorússia, 10.000 km<sup>2</sup> a Rússia i 12.300 km<sup>2</sup> a Ucraïna reberen un impacte d'entre 37 i 1.480 kBq/m<sup>2</sup>. Aquestes àrees s'usen com a pastura per als animals, per a la producció i recollida de bolets i fruits del bosc i per a la caça. Des del primer moment es va fer difícil quantificar la dosi en l'home procedent dels ecosistemes seminaturals i, per tant, prendre les contramesures corresponents. Aquesta dificultat era deguda a la manca d'informació sobre la consumpció de productes procedents del bosc. A més, la concentració d'activitat de radiocesi en ecosistemes seminaturals fou més gran i més variable que en sistemes agrícoles. Els estudis duts a terme han demostrat que els productes del medi seminatural que més contribueixen a la dosi són els bolets, els fruits del bosc i la caça, especialment els cabirols i els óssos salvatges [5].

Un dels aspectes característics d'aquests ecosistemes és que la disponibilitat dels radionúclids és més llarga en el temps. Tant és així que actualment, en algunes àrees, la irradiació interna per consum de productes procedents del medi seminatural més la irradiació externa per treballar o passejar en zones contaminades és la principal contribució a la dosi en la població. A més a més, i tal com s'ha esmentat en l'apartat referent a la ressuspenso, els boscos, a causa dels focs produïts per les tempestes, poden ésser una font secundària important de radionúclids. En els boscos propers a la central la proporció de partícules calentes en relació amb les partícules condensades era molt alta. Aquest fet comporta que amb el temps la desintegració de les partícules calentes causi un increment de la disponibilitat de radiocesi i de radioestronci en aquestes àrees.

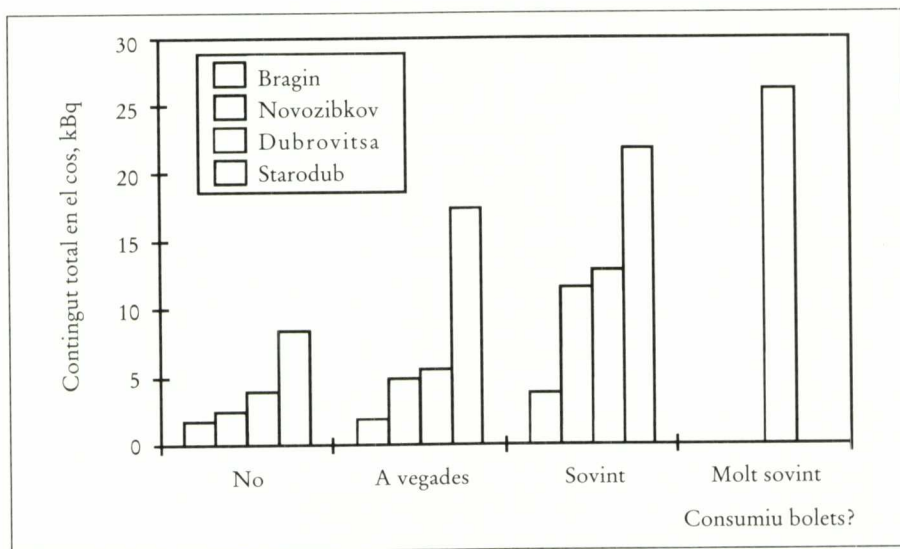


FIGURA 3. Contingut de radiocesi en el cos en diferents grups de població en funció de llur consum de bolets.

En els boscos el brancatge té un paper molt important en la intercepció dels radionúclids perquè reté entre un 60 % i un 90 % del cesi depositat. Hom ha observat que els radionúclids depositats han quedat fortament retinguts en els primers horitzons orgànics dels sòls forestals, en els quals presenten un temps de residència molt llarg. Pel que fa al radiocesi aquesta llarga permanència s'ha relacionat amb la gran afinitat del cesi amb les argiles i amb la presència d'argiles a les capes orgàniques.

Els bolets mereixen una menció especial per la seva contribució a la dosi en ecosistemes seminaturals. Un estudi dut a terme en les zones més contaminades de les tres repúbliques ha demostrat la clara relació que hi ha entre la dosi rebuda i el consum de bolets. A la figura 3 es representa el contingut de radiocesi en el cos en diferents grups de persones classificades segons llur resposta a la pregunta: consumiu bolets? S'observa que hi ha una relació evident entre el consum de bolets i la dosi rebuda. En els estudis fets per conèixer millor el mecanisme de transferència dels radionúclids als bolets, els resultats han evidenciat que la velocitat de transferència del radiocesi a les diferents espècies de bolets i, per tant, la diferent activitat que presenten estan relacionades amb l'estructura en capes del sòl forestal, amb les diferents concentracions d'activitat que tenen cadascuna d'elles i amb la fondària a la qual estan localitzats els micelis.



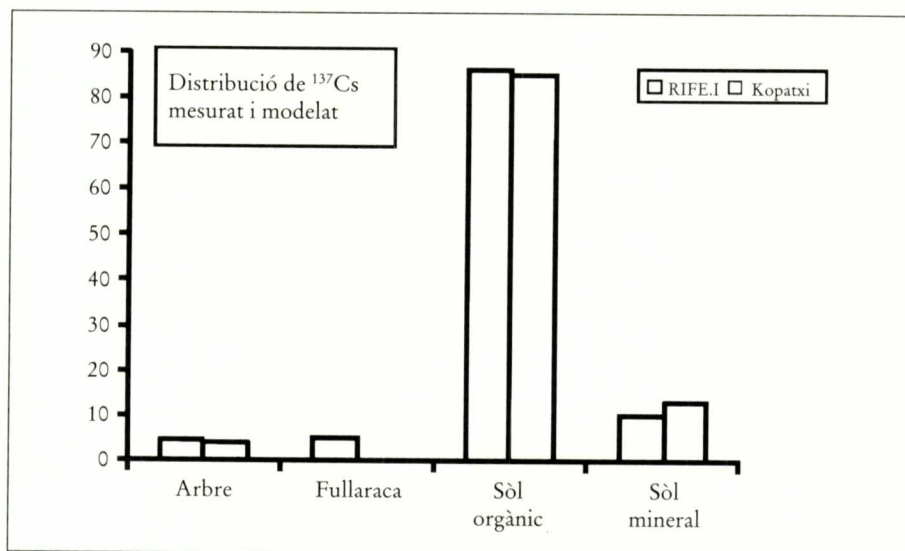


FIGURA 4. Prats: el tipus de sòl i l'espècie vegetal tenen un paper fonamental en la transferència.

Un dels esforços més importants fets en els estudis ambientals duts a terme després de l'accident de Txernòbil ha estat el disseny i la validació de models que permetin predir la mobilitat i la transferència de radionúclids en el medi natural. En els estudis realitzats s'han dissenyat models de diferents graus de complexitat, en els quals es tenen en compte l'existència de diverses formes de deposició, les diferents capes del sòl forestal, etc. A la figura 4 es representen de forma comparativa els valors obtinguts emprant un dels models proposats en el projecte ECP 5 i els resultats experimentals obtinguts a Kopatxi, cas en què s'observa una bona predicció del model. La principal dificultat en la modelació està en la possible aplicació d'un mateix model a diferents situacions, tipus de sòls, vegetació, etc.

#### ECOSISTEMES AGRÍCOLES

En els ecosistemes agrícoles, com havia ocorregut en els ecosistemes aquàtics i seminaturals, una gran extensió de terreny dedicat a l'agricultura es va contaminar. Més de 94.000 km<sup>2</sup> de terrenys agrícoles contenen 37 kBq/m<sup>2</sup> de  $^{137}\text{Cs}$ . A causa d'aquesta contaminació, va haver-hi una incorporació molt intensa de radionúclids a la cadena biològica, cosa que va fer que els productes

agrícoles representessin una contribució important a la dosi d'irradiació interna. A més, l'elevada deposició va fer que aquesta també contribuís significativament a la dosi d'irradiació externa. Combinant la informació obtinguda sobre les velocitats de deposició, tipus de sòl, i les velocitats de transferència del sòl a la pastura i de la pastura a la llet, es poden fer mapes que permeten predir la concentració d'activitat en la llet en granges col·lectives seleccionades.

Els estudis realitzats dins dels projectes europeus [6-7] es varen centrar en els processos que regulen la transferència sòl-planta de radionúclids i en la possibilitat de reduir aquesta transferència. Aquests estudis es varen realitzar en un conjunt de sòls representatius de l'àrea contaminada, com sòls podzòlics, sòls sorrencs i sòls torbosos. Per tal de conèixer millor aquests processos es va estudiar l'efecte que sobre la transferència tenien els tipus de sòl, orgànic o mineral, l'efecte del tipus de deposició, condensada o amb partícules de combustible o calentes, l'efecte del tipus de planta, l'evolució de la transferència en el temps, l'efecte de les tècniques agrícoles i de l'addició d'alguns materials com a contramesures. Per dur a terme l'estudi es varen triar sis emplaçaments que combinaven tipus de sòl, tipus de deposició i que es trobaven situats a les diferents repúbliques. Dos corresponien a Ucraïna, un situat dins de la zona d'exclusió, Txistogolovka, amb deposició de partícules calentes, i un altre amb deposició condensada, Poleskoe, ambdós sòls eren minerals. Dos altres llocs pertanyien a Bielorrússia i presentaven deposició condensada, un amb sòl mineral, Vetka, i l'altre amb sòl orgànic, Bragin. Els altres dos llocs estaven situats a Rússia també amb deposició condensada, un amb sòl mineral, Novozibkov, i l'altre amb sòl orgànic, Komsomólets.

Pel que fa als sòls, el nivell de deposició de radionúclids va ésser molt variable i la migració en el perfil del sòl molt lenta. Així, en sòls no cultivats tots els radionúclids es troben encara en els primers centímetres; ara bé, en sòls de conreu l'activitat és homogènia a la zona llaurada.

Els estudis han demostrat que el tipus de sòl és un factor fonamental en la transferència de pol·lució tant en plantes com en animals. A causa de llur major contribució a la dosi interna, l'atenció s'ha fixat en el radiocesi i en el radioestronci. S'ha observat que en sòls minerals la transferència de radioestronci del sòl a la planta és molt més gran que la transferència de radiocesi, i que en canvi en sòls orgànics el comportament és contrari. Arran dels estudis realitzats s'ha constituït una base de dades dels factors de transferència que inclou una gran quantitat de situacions tant pel que fa al tipus de sòl com de plantes.

També s'han caracteritzat els paràmetres que governen la transferència de radionúclids del sòl a la planta. Així, la disponibilitat de radiocesi en els sòls, i per tant la seva transferència a la planta, està governada pels valors relatius d'un conjunt de setis amb una gran selectivitat per aquest radionúclid, per la capacitat de bescanvi catiònica del sòl i pels nivells de potassi i amoni en la so-

lució del sòl. Pel que fa a la disponibilitat de radioestronci, aquesta és inversament proporcional a la capacitat de bescanvi catiònica del sòl i depèn de les concentracions de calci i magnesi en la solució del sòl. L'ús combinat de la constant de distribució dels radionúclids entre el sòl i la solució del sòl,  $k_d$  *in situ*, del conjunt total de radionúclids disponibles i de la composició de la solució del sòl permet la predicció de les diferents transferències de radionúclids a les plantes per a diferents tipus de sòls. Aquesta aproximació de moment només és aplicable a sòls minerals i no és vàlida en el cas de sòls orgànics. La modificació de la capacitat de retenció del sòl i la possibilitat de variar la composició de la solució del sòl són solucions possibles que cal tenir en compte a l'hora de dissenyar contramesures.

A partir d'aquests estudis s'han establert els criteris per a la selecció de correctors que actuin de contramesures per disminuir la transferència en una situació accidental. Aquests criteris poden resumir-se així:

— Per disminuir la transferència de radioestronci és necessari afegir correctors amb una gran CEC respecte al sòl, com a mínim uns dos ordres de magnitud.

— Pel que fa al radiocesi cal incrementar les propietats d'adsorció específica per addició de correctors amb un gran nombre de setis específics, com les argiles i en especial les il·lites. Resten encara problemes que no han quedat resolts com la transferència d'estronci en sòls minerals i la de radiocesi en sòls orgànics.

S'ha observat que el temps té un paper fonamental en la transferència de radionúclids. En general els nivells de radiocesi i de radioestronci en el medi disminueixen amb el temps a causa de processos ecològics naturals, de la influència de contramesures i del mateix procés de desintegració. Ara bé, en la zona d'exclusió, al voltant de la central nuclear de Txernòbil, la presència de partícules calentes o de combustible fa que el comportament sigui contrari. Amb el temps la transferència de radioestronci sòl-planta augmenta ja que es produeix una descomposició de les partícules calentes que contenen en llur interior quantitats importants de radioestronci.

Una conclusió pràctica a la qual s'ha arribat indica que en cas d'accident cal disposar de la infraestructura adequada per a l'aplicació de les contramesures.

#### IMPORTÀNCIA DE LES DIFERENTS FONTS D'ALIMENTACIÓ

Els costums alimentaris dels habitants de la zona on es va produir l'accident van fer que la dosi rebuda per ingestió fos molt diferent segons que els aliments procedissin del bosc, de granges col·lectives o de granges privades. En



general els productes procedents del bosc i de les granges privades no estaven sotmesos a cap procediment de descontaminació ni a l'ús de cap contramesura per disminuir la transferència a les plantes, la qual cosa feia que els nivells d'activitat fossin normalment més alts. Així, la població rural va rebre una dosi per ingestió més alta que la rebuda per la població urbana, ja que la primera utilitzava molt més en la seva alimentació els productes del bosc. També es va evidenciar que calia distingir grups especials de població pel que fa a la dosi, com ara els caçadors i pescadors i especialment els recol·lectors de bolets. A més, els productes animals han tingut un paper important en la dosi per ingestió. Així, la llet procedent de granges privades ha estat i és la principal contribució a la dosi en medis rurals.

Tant la contaminació per  $^{137}\text{Cs}$  de llet procedent de granges privades com la ingestió d'aquest radionúclid per consum de bolets són encara temes pendents de resolució en la zona contaminada.

L'aplicació de contramesures va demostrar que podia reduir la dosi interna entre dues i cinc vegades. La contribució a la dosi per ingestió de radiocesi dels diferents sistemes de producció d'aliments depèn molt del tipus d'economia de la zona. Un exemple es representa a la figura 5 on es veu la importància del diferent origen dels aliments, ja siguin productes naturals o productes procedents de granges col·lectives o privades en la població rural i urbana. Com hom pot veure els costums alimentaris de cada indret fan que la via principal de dosi per ingestió sigui força diferent en la població.

## REMEIS

Un dels objectius del treball realitzat ha estat trobar remeis per reduir la dosi i per restaurar el valor ecològic i econòmic de les zones contaminades. La conclusió final és que no existeix un remei universal, però que sí que existeixen remeis parcials que són aplicables a les diferents situacions. Així doncs, actualment són assequibles un nombre elevat de mètodes d'intervenció eficaços en agricultura en granges col·lectives: s'han establert bons mètodes de laboratori per predir l'efectivitat d'una determinada contramesura, especialment pel que fa al tractament de sòls, i per reduir la dosi en la llet.

Una de les conclusions a les quals s'ha arribat és que abans de proposar un remei cal tenir en compte una sèrie de característiques com ara l'eficiència, el cost, la facilitat d'adquisició, la disponibilitat en el lloc i l'acceptació social. Sense totes aquestes condicions un remei s'ha demostrat inviable.

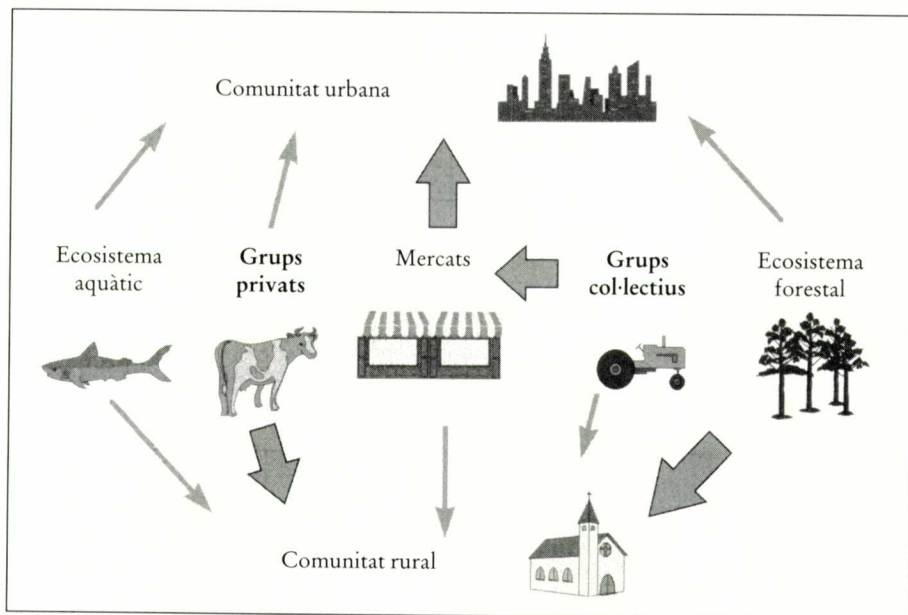


FIGURA 5

## CONCLUSIONS

Com a conclusió final de la situació mediambiental a Txernòbil i de la contribució dels estudis fets en el marc de la Comissió Europea, hom pot afirmar que s'ha assolit un coneixement millor de l'ús de contramesures, cosa que pot ajudar a recuperar els terrenys i a reduir la dosi en la població.

En aquest sentit s'ha demostrat molt necessari donar informació a la població sobre com disminuir els nivells de pol·lució i oferir-li ajut psicològic per superar la situació.

## REFERÈNCIES

1. DESMET, G.; KARAOGLU, A.; KELLY, G. N.; MENZEL, H. G. [ed.]. «The radiological consequences of the Chernobyl accident». A: *Proceedings of the first international conference*. EUR 16544, Minsk (Belarus): del 2 al 18 de març de 1996.
2. ANNISOMOVA, L.; ANTSIPOV, G.; HUBERT, P.; RAMSAEV, V.; SOTOVITCH, V. [ed.]. *ECP 4 Strategies of decontamination*. EUR 16530 EN, Luxemburg: Comissió Europea, 1996.

3. GARGER, E.; HOLLANDER, W. [ed.]. *ECP 1 Contamination of surfaces by resuspended material*. EUR 16527 EN, Luxemburg: Comissió Europea, 1996.
4. SANSONE, U.; VOITSEKHOVITCH, O. [ed.]. *ECP 3 Modelling and study of the mechanisms of the transfer of radioactive material from terrestrial ecosystems to and in water bodies around Chernobil*. EUR 16529 EN, Luxemburg: Comissió Europea, 1996.
5. BELL, M.; TIKHOMIROV, F. [ed.]. *ECP 5 The behaviour of radionuclides in natural and seminatural environments*. EUR 16531 EN, Comissió Europea, 1996.
6. FIRSAKOVA, S.; RAURET, G. [ed.]. *ECP 2 The transfer of radionuclides through the terrestrial environment to agricultural products, including an evaluation of agrochemical practices*. EUR 16528 EN, Luxemburg: Comissió Europea, 1996.
7. AVERIN, V.; HOWARD, B.; STRAND, P. [ed.]. *ECP 9 Transfer of radionuclides to animals, their comparative importance under different agricultural ecosystem, and appropriate countermeasures*. EUR 16539 EN, Luxemburg: Comisi6n Europea, 1996.