

COMPORTEMENT DU RADIOCESIUM EN ECOSYSTEME FORESTIER CONTAMINE LORS D'UN ACCIDENT NUCLEAIRE.

Y. THIRY*, C. RONNEAU** ET C. MYTTENAEER*.

* LAB. DE PHYSIOLOGIE VEGETALE, UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN,
LOUVAIN-LA-NEUVE, BELGIQUE.

** LAB. DE CHIMIE INORGANIQUE, ANALYTIQUE ET NUCLEAIRE
UNIVERSITE CATHOLIQUE DE LOUVAIN, LOUVAIN-LA-NEUVE, BELGIQUE.

BEHAVIOUR OF RADIOCESIUM IN FOREST ECOSYSTEM CONTAMINATED DURING A NUCLEAR ACCIDENT.

Vegetation and soils sampling were realized in 2 forest zones near the accidented power plant of Chernobyl. The ^{137}Cs distribution in a red pine stand is established; many specific measures of wood complete the study. Results discussion point out the difficulties to manage the contaminated forest area without a good knowledge of the radioelement biochemical cycle.

INTRODUCTION

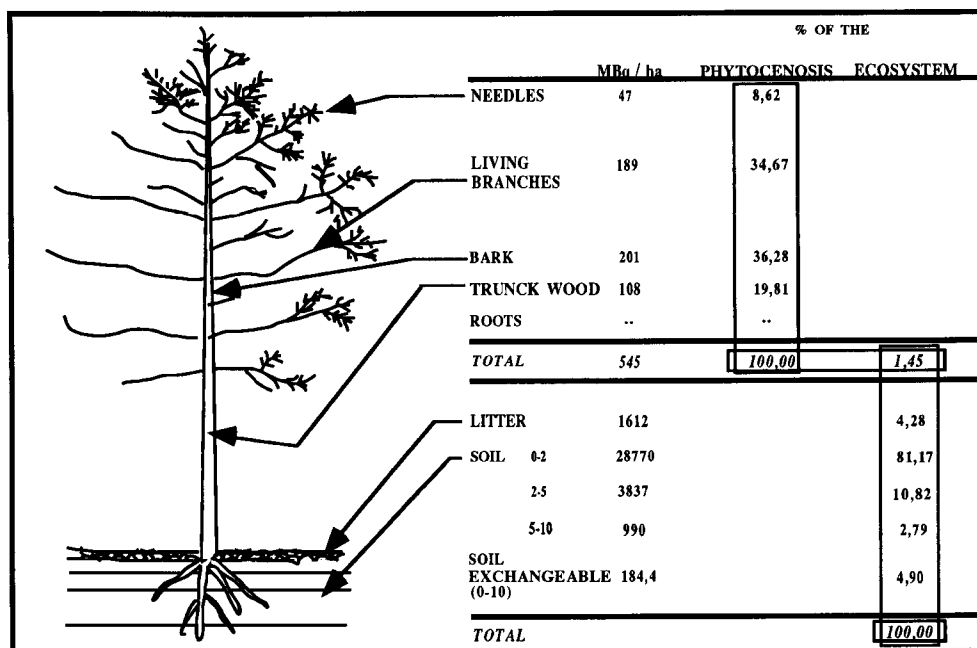
En Europe de l'ouest, comme en URSS, l'efficacité du couvert forestier à piéger la radioactivité a mis en évidence le rôle important et complexe que peuvent jouer les forêts en cas de retombées radioactives. Dès après l'accident de Tchernobyl, les arbres (détruits par irradiations directe et indirecte) de la forêt rouge ont été enterrés sans tenir compte de l'avis des radioécologistes soviétiques. Les effets négatifs qui sont actuellement observés illustrent le manque de concertation entre responsables des contre-mesures (Tikhomirov et al., 1991(1)). Particulièrement en zones naturelles, les décisions prises par les agents de la radioprotection responsables des opérations d'assainissement dans les régions contaminées, doivent se baser sur l'étude radioécologique (multidisciplinaire) du comportement de la radioactivité interceptée. L'aménagement de surfaces forestières contaminées requiert donc une très bonne compréhension du cycle des radioéléments entre les divers compartiments qui constituent l'écosystème "forêt".

L'objectif de cet exposé est de présenter la distribution du radiocésium entre les compartiments primordiaux d'un peuplement de pin sylvestre près de Tchernobyl, celle-ci résultant de l'évolution du cycle du radiocésium depuis l'accident (4 ans). Différents enseignements peuvent être tirés du point de vue de la restauration sanitaire des sites forestiers.

RESULTATS ET DISCUSSION

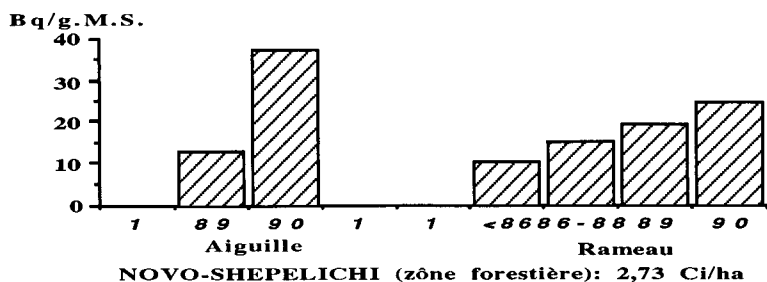
Après interception par la canopée (80-90 % du dépôt), certains radioéléments dont le radiocésium sont susceptibles d'être incorporés rapidement au cycle biologique naturel suite à son absorption au niveau du feuillage. En même temps, le ruissellement des précipitations sur le houppier contribue à l'accumulation d'une grande partie de l'activité à la surface du sol. Tikhomirov et al. (1991)(1) ont évalué respectivement à 1 et 6-8 mois les demi-vies du phénomène de lessivage de la radioactivité interceptée par les arbres dans les zones contaminées de Tchernobyl et de Kyshtym. L'"autoépuration" naturelle du couvert forestier est maintenant achevée dans le cadre de la contamination accidentelle de Tchernobyl. La figure 1 présente l'état de contamination actuelle d'un peuplement de pin sylvestre (30 ans) à Bourakovka (zone forestière à 15 km à l'ouest de Tchernobyl). Si on fait abstraction du poste "écorce" sur laquelle les dépôts radioactifs résiduels peuvent expliquer la contamination élevée, il apparaît que les organes pérennes: branches et bois du tronc, peuvent stocker à court terme une part non négligeable du radiocésium incorporé dans la phytocénose (Thiry et al., 1990).

Figure 1



Le sol contient de loin la majorité du radiocésium déposé; la migration est peu efficace puisque plus de 80% de l'activité est toujours localisée dans les couches organiques de surface (0-2 cm). En plus d'un blocage physique de la migration des particules radioactives, des processus physico-chimiques de fixation interagissent à ce niveau. En effet, des phénomènes spéciaux de rétention du Cs ont été mis en évidence spécialement dans les couches du sol où matières organiques et minérales sont intimement confondues. L'affinité pour le Cs des complexes argilo-humiques semble plus élevée que celle déjà connue des particules minérales du sol (Thiry et al., 1991).

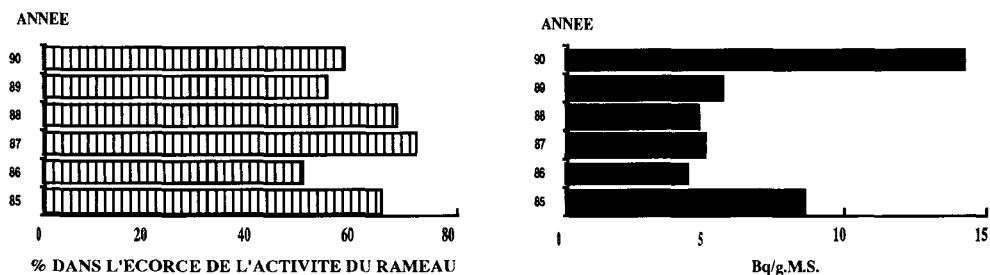
Fig.2: Distribution des teneurs en ^{137}Cs dans les organes de pin sylvestre.



Malgré l'efficacité de la rétention du Cs, 5% ($1844 \cdot 10^6$ Bq/ha) du Cs contenu dans l'écosystème sont échangeables dans le substrat. Cette observation montre qu'il persiste un risque de contamination croissante de

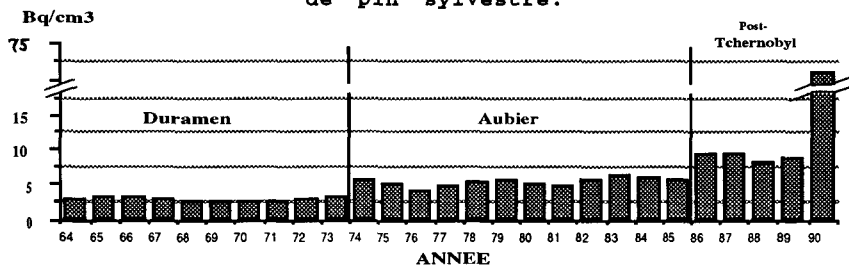
la végétation. La Fig. 2 met en évidence l'augmentation des teneurs en ^{137}Cs dans les aiguilles et rameaux (pin sylvestre) formés après 1986 (prélèvements effectués à Novo-Shepelichi, zone forestière à 5 km de la centrale accidentée). De simples mécanismes de retranslocation acropétale n'expliquent pas à eux seuls la contamination croissante. En effet, à la fig. 3 sont présentées les teneurs en ^{137}Cs dans les rameaux d'un jeune plant de pin sylvestre (prélevé à Bourakovka) qui s'est développé après l'accident. La stabilité, voire l'augmentation du niveau des concentrations en Cs montre qu'il existe un phénomène efficient d'absorption racinaire (micorhizes?). Celui-ci correspond à un facteur de transfert maximum vers les rameaux de $8 \cdot 10^{-3}$ (Bq/g.M.S./ Bq/g.sol sec) à partir du substrat 0 (0-2cm). En outre, l'écorce semble concentrer le Cs; malgré sa faible biomasse, plus de 50% de l'activité des rameaux y est localisée.

Fig.3: Teneurs en ^{137}Cs dans les rameaux de pin sylvestre.



En ce qui concerne la distribution du radiocésium dans les cernes annuels du tronc (pin sylvestre(35 ans) échantillonné à Bourakovka), la Fig. 4 montre que le bois est contaminé globalement de façon homogène, l'aubier étant légèrement plus contaminé que le duramen (2 fois plus). Les cernes formés après 1986 présentent cependant des teneurs supérieures en ^{137}Cs . La teneur élevée du cerne à peine élaboré de printemps 90 témoigne de l'intensité des mouvements du radiocésium au niveau des tissus jeunes (cambium). Si l'activité du bois formé se maintient à un niveau moyen de 8,98 Bq/cm³, on peut raisonnablement évaluer que dans les conditions étudiées (0,39 Ci/ha), la contamination de ce type de peuplement augmentera au minimum de $45 \cdot 10^6$ Bq/ha.an de Cs incorporé dans la masse nouvellement formée du tronc (production de 5m³/ha.an). Si on se réfère aux niveaux permis en ^{137}Cs estimés par Thikomirov et al. (1991(2)) pour l'utilisation de bois contaminé, le bois qui serait produit par ce peuplement ne pourrait même pas être utilisé à des fins industrielles (même écorcé), ni servir à la construction et encore moins comme source de combustible (respectivement 1.1, 1.1 et 5.5 fois trop contaminé).

Fig.4: Evolution de l'activité en ^{137}Cs dans le tronc de pin sylvestre.



CONCLUSIONS

Le comportement du radiocésium en forêt est complexe. La mobilité qui caractérise la redistribution du Cs au niveau de la végétation contraste avec les mécanismes de rétention qui agissent à la surface du sol. Le substrat représente indubitablement le pool primordial de Cs dans l'écosystème forestier. L'incidence d'une modification de la stabilité physico-chimique des couches organiques (par coupe à blanc, éclaircie, enlèvement de litière...) est prioritaire dans l'étude du risque à long terme d'une contamination des compartiments annexes (végétation, nappe phréatique,...).

La variabilité des facteurs écologiques (type de sol, d'humus, d'essence) et économiques (forêt de production, de protection, de récréation,...) conditionne le choix des contre-mesures à adopter.

Dans ce contexte, les opérations d'assainissement nécessitent pour chaque site la connaissance de la distribution des radioéléments et des mécanismes qui influencent leurs mouvements. A ce propos, des opérations d'abattage massif ou de travail de sol doivent être envisagées avec prudence. De plus, ce type d'opération est justifiée dans certaines conditions écologiques très locales mais est économiquement peu applicable sur de grandes surfaces (Mishenkov et al., 1991). L'exploitation du bois en territoire contaminé doit également tenir compte des possibilités d'accumulation de la radioactivité avec le temps et du rôle que joue l'écorce dans ce phénomène.

REFERENCES:

- MISHENKOV, N.N., FEDETOV, I.S., MESHALKIN, B.S. and ARKHIPOV, N.P.
Improvement of ecological and hygienic conditions in contaminated forest stands by ground-litter disposal. Seminar on "Radioecology and countermeasures". Soviet General Assembly, Kiev, April 27-May 4, 1991.
- THIRY, Y., SOMBRE, L., MYTTENAERE, C., RONNEAU, C., KUTLAHMEDOV, Y.A. and DAVIDCHUCK, V.S.
Behaviour of ^{137}Cs in forested polygons of the Chernobyl contaminated zones.
All-Union Conference "Geochemical Pathways of Artificial Radionuclides in Biosphere" October 15-19, 1990, Gomel, USSR (1990).
- THIRY, Y. and MYTTENAERE, C.
Behaviour of radiocesium in forest multilayered soils.
J. Env. Radioact. (in press).
- TIKHOMIROV, F.A., SHEGLOV, A.I. and SIDOROV, V.P. (1)
Radiation protection measures for the forests of Chernobyl accident zone and estimation of its effect. Workshop on "The Relative Effectiveness of Agricultural Countermeasures Techniques (REACT)". CEC Meeting (DG XII-D-3; DG XI-A-1), Brussels, October 1-4, 1991.
- TIKHOMIROV, F.A., SIDOROV, V.P. and SHCHEGLOV, A.I. (2)
Forest and forestry under conditions of radioactive contamination. Workshop on "The relative Effectiveness of Agricultural Countermeasures Techniques (REACT)". CEC Meeting (DG XII-D-3; DG XI-A-1), Brussels, October 1-4, 1991.