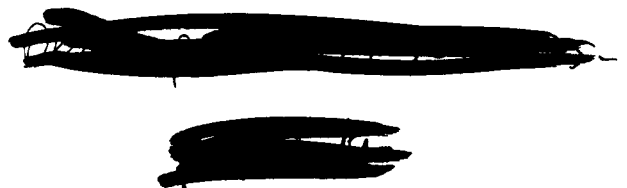


*DELEGATION MUNICIPALE D'INFORMATION
SUR LA CENTRALE DE NOGENT SUR SEINE*

POINT V

**PRESENTATION DU POINT ZERO RADIOLOGIQUE
PAR L'IPSN**

*MAIRIE DE PARIS
Le 19 septembre 1990*



1- INTRODUCTION

L'Historique des Etudes d'Environnement réalisées dans le cadre du POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE des centrales nucléaires a été influencé par deux évènements importants :

- *le Plan MESSMER de 1973*

Ce plan a en effet décidé une accélération rapide et importante du programme électronucléaire français.

- *l'Arrêté ministériel du 10 août 1976*

Cet arrêté porte sur l'obligation faite à l'exploitant (EDF) de réaliser, au préalable à toute mise en exploitation d'une centrale nucléaire, des études radioécologiques et en particulier un POINT ZERO RADIOACTIF.

Avant 1976 la loi n'imposait pas expressément ces études radioécologiques préalables. Réglementairement tenu de le faire, l'exploitant (EDF) s'est tourné vers l'IPSN pour ces réalisations.

L'INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE (IPSN) dépendant du COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE (CEA) s'était en effet intéressé depuis le début des années 1960 à ce qu'il est convenu d'appeler les **Etudes Radioécologiques**. Les Ingénieurs, docteurs et techniciens composant les équipes chargées de ces études sont répartis sur 6 sites (Document 1). Il s'agit de CADARACHE, PIERRELATTE, FONTENAY AUX ROSES, SACLAY, LA HAGUE et TOULON. Ces deux derniers sites étant bien entendu spécialisés dans la radioécologie marine. Tout ce personnel (100 personnes) est structuré dans un Service, le SERVICE D'ETUDES ET DE RECHERCHES SUR L'ENVIRONNEMENT (SERE). Ce service est l'une des plus grosses, si ce n'est la plus grosse, unité de Recherche en Radioécologie du Monde.

C'est grâce à cette compétence, reconnue d'ailleurs par la communauté scientifique nationale et mondiale sous la forme de participations et organisations de congrès et symposiums, qu'EDF a fait appel à l'IPSN/SERE. LA METHODOLOGIE requise pour le POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE a été affinée, au fur et à mesure ; elle est maintenant parfaitement au point et reconnue par tous les Radioécologistes.

A ce jour l'IPSN/SERE a réalisé une centaine de POINT ZERO pour les installations nucléaires. Le Document 2 localise ces études faites pour EDF sur le territoire national et le Document 3 celles effectuées à l'étranger.

2- QU'EST CE QU'UN POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE

Le POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE d'une centrale nucléaire est l'état, juste avant sa divergence, des niveaux de la radioactivité d'origine **naturelle** et **artificielle** des différents compartiments de l'environnement (γ ambiant, écosystèmes terrestres et aquatiques). Cet état inclut différentes études : pour NOGENT SUR SEINE on en recense 8. Le Document 4 les présente, par ordre chronologique de sortie des rapports.

La méthodologie à retenir pour un POINT ZERO, et en particulier pour le canevas des prélèvements, est tributaire de la date à laquelle doivent être effectués ces prélèvements. En effet, en fonction "d'évènements nucléaires externes", on peut classer la centrale à étudier dans 4 catégories

CATEGORIE 1	Elle n'est influencée que par les retombées des anciennes explosions nucléaires aériennes (arrêt de ces explosions en 1963).
CATEGORIE 2	Elle est influencée par les retombées d'une explosion nucléaire récente (seule la CHINE est concernée)
CATEGORIE 3	Elle est influencée par une autre centrale (ou installation) nucléaire en amont.
CATEGORIE 4	Elle est influencée par les retombées de l'accident de Tchernobyl (après mai 1986)

Toutes les centrales nucléaires étudiées sont dans la catégorie 1 ; certaines peuvent entrer dans d'autres catégories. Citons deux cas particuliers intéressants.

* **CHOOZ** (Divergence en 1991 pour CHOOZ 1 et en 1993 pour CHOOZ 2)
Les prélèvements effectués pour son **POINT ZERO** ont été influencés par l'existence de la centrale de la **SENA** en service (catégorie 3) et par les retombées de l'accident de Tchernobyl (catégorie 4)

* **NOGENT SUR SEINE** (divergence de NOGENT 1 en 1988 et de NOGENT 2 en 1989)
Les prélèvements effectués pour son **POINT ZERO**, à partir de novembre 1980, ont été influencés par les retombées de l'explosion nucléaire chinoise du 16 octobre 1980 (catégorie 2).

Certaines centrales présentent une autre particularité : l'accident de Tchernobyl est survenu entre la réalisation du **POINT ZERO** et la divergence à venir. Pour ces centrales il y a lieu pour l'exploitant de réaliser un **POINT ZERO complémentaire**, actualisant les chiffres obtenus lors du **POINT ZERO initial**. C'est le cas des centrales de **BELLEVILLE**, **CATTENOM** et **NOGENT SUR SEINE**.

3- LE POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE DE LA CENTRALE DE NOGENT SUR SEINE

La centrale de **NOGENT SUR SEINE**, composée de 2 tranches de 1 300 MWe, est implantée sur la rive droite de la **SEINE** à 3 km en amont de **NOGENT SUR SEINE**, à 32 km de **MONTEREAU** et à 60 km de **MELUN**.

3.1 Constitution du POINT ZERO

Compte tenu de l'accident de Tchernobyl ce **POINT ZERO** est en fait à triple composante.

*** Le POINT ZERO initial**

Il est bien entendu le plus important en nombre de mesures radioactives réalisées.
Il comprend :

- Une mesure du rayonnement γ ambiant dans un cercle de rayon 20 km centré sur la centrale ; il a été réalisé en octobre 1981.
- L'étude de l'Ecosystème Terrestre, entre septembre 1981 et octobre 1982.
- L'étude de l'Ecosystème Aquatique (hydrologie, sédimentologie, hydrobiologie (poissons-végétaux) entre août 1980 et juin 1982.

* Le premier POINT ZERO complémentaire

Il est quantitativement moins important que le précédent mais il a été conçu, pour que l'on puisse directement comparer les résultats d'avant et d'après Tchernobyl. Ces résultats concernent des prélèvements des écosystèmes terrestre et aquatique réalisés en octobre et novembre 1986, soit 6 et 7 mois après l'accident.

* Le deuxième POINT ZERO complémentaire

Il concerne les mousses arboricoles et le fourrage prélevés en octobre 1987, un an après les prélèvements de la campagne précédente. Il a été prévu pour suivre la **décroissance de l'activité d'origine tchernobylenne**, 18 mois après l'accident. Les mousses arboricoles ont été choisies car elles sont de bons **indicateurs** du niveau de radioactivité et le fourrage car il est un élément important de l'agriculture locale.

3.2 Les lieux de prélèvements

Le Document 5 schématise les dates d'intervention pour les trois études, en fonction des deux événements "nucléaires" extérieurs : l'explosion de la bombe chinoise du 16/10/1980 et l'accident de Technobyl du 26/04/1986.

Tous les lieux et les prélèvements de l'ensemble du POINT ZERO figurent dans les carte 1 (écosystème aquatique) et carte 2 (γ ambiant et écosystème terrestre). On remarquera que les prélèvements de l'écosystème terrestre sont localisés jusqu'à 20 km en aval de la centrale et que la sédimentologie de la SEINE a été étudiée jusqu'à BRAY SUR SEINE, c'est à dire sur 45 km.

3.3 Les résultats

3.3.1 Préliminaires

Lorsque l'on fait des mesures radioactives dans l'environnement -il en est de même pour le corps humain- on enregistre toujours des niveaux de radioactivité d'origine naturelle beaucoup plus élevés que ceux relatifs à la radioactivité d'origine artificielle. Cette radioactivité d'origine naturelle est due pour une très large part à la présence du 40K, isotope radioactif du potassium stable. Rappelons en effet l'équivalence : 1 g de potassium $\approx$ 32 Bq de 40K. En plus du 40K on peut déceler, le plus souvent à la limite ou en dessus des seuils de détection, des radionucléides des 2 principales familles radioactives : celle de l'uranium 238 (et c'est le plus souvent le cas du 226Ra et du 210Pb) et celle du thorium 232.

Le radionucléide artificiel le plus souvent décelé est le 137Cs ; sa période physique longue (30 ans) lui permet d'être encore présent dans les retombées des anciennes explosions nucléaires aériennes. En aval d'une installation nucléaire en fonctionnement, compte tenu des lieux et des dates de prélèvements, on peut aussi détecter les autres radionucléides artificiels suivants : 60Co, 58Co, 54Mn, 110mAg, 134Cs et 106Ru.

Dans le cadre de cette journée d'information il nous a paru intéressant de donner, pour la centrale de NOGENT SUR SEINE, deux exemples précis mettant en lumière cette différence de niveaux de radioactivité naturelle et artificielle. Le premier exemple (Document 6) porte sur l'eau de boisson prélevée à LE MERIOT.

Il est très explicite que le 40K est largement dominant (120 mBq.l-1 contre environ 10 pour les deux césium). Le Document 7, relatif aux poissons (brochet et gardon) est tout aussi parlant.

Compte tenu de ce premier préliminaire nous avons choisi de présenter uniquement les résultats de la radioactivité artificielle, **sous forme d'histogrammes et en comparant les situations avant et après Tchernobyl**. Les valeurs moyennes pour le 40K seront cependant données en information complémentaire.

3.3.2. Résultat sur l'eau de boisson

Trois captages ont été étudiés : LE MERIOT, la MOTTE TILLY et NOYEN-VILLIERS. Pour ces deux derniers, les valeurs obtenues pour le ^{137}Cs avant Tchernobyl sont sous la forme $\leq$ (on n'est pas sûr de sa présence). Après l'accident on obtient le même type de résultats, aussi bien pour le ^{137}Cs que pour le ^{134}Cs . Pour le captage de LE MERIOT on se reportera au document 6. On y note, après Tchernobyl, des traces de ^{134}Cs (3mbq.l⁻¹), caractéristique de cet accident ; le ^{137}Cs étant présent à 9 mBq.l⁻¹.

3.3.3 Résultats sur les sédiments

Après avoir effectué un repérage "qualitatif" des fonds de la SEINE sur 45 km on a réalisé des mesures quantitatives sur les sédiments les plus caractéristiques. Ici on présentera des résultats sur des sables et des vases significatifs de ce fleuve (Document 9).

Quatre constations s'imposent :

- * Les vases fixent un peu plus la radioactivité que les sables (c'est une question de granulométrie)
- * Le ^{137}Cs , le $^{144}\text{Ce} + \text{Pr}$ et le ^{95}Nb étaient présents avant Tchernobyl ; l'explosion chinoise en est la cause
- * Tchernobyl se manifeste par une augmentation pour le ^{137}Cs et une apparition pour le ^{134}Cs
- * Le $^{144}\text{Ce} + \text{Pr}$ et le ^{95}Nb ont disparu en 1986.

3.3.4 Résultats sur les végétaux aquatiques

Les végétaux aquatiques, et tout particulièrement les mousses aquatiques (Fontinale), sont de bons **radioindicateurs** ; en tout cas de meilleurs radioindicateurs que les poissons. En effet, prélevés 7 mois après l'explosion chinoise du 16 octobre 1980 ils relèvent la présence, caractéristique, du $^{144}\text{Ce} + \text{Pr}$, ^{95}Nb , ^{95}Zr , ^{103}Ru et $^{106}\text{Ru} + \text{Rh}$. (Document 10). Les quatre premiers sont disparus en novembre 1986.

Une augmentation pour le ^{137}Cs , une apparition pour le ^{134}Cs mais aussi une apparition pour le $^{106}\text{Ru} + \text{Rh}$ (il a dû disparaître 1 ou 2 ans après l'explosion chinoise) sont significatives de Tchernobyl.

3.3.5 Résultats sur les poissons

Avant l'accident le ^{137}Cs était à peine décelable chez le seul brochet ($0,1 \text{ Bq.kg}^{-1}$ frais). Après l'accident il l'est à la concentration de 5,4 pour cette espèce et 1,3 pour le gardon. Le ^{134}Cs est apparu à des concentrations environ 2 fois plus faibles : 2,5 et 0,5 respectivement. (Document 11)

3.3.6 Résultats sur le lait de vache

Tchernobyl a entraîné une augmentation de la concentration en ^{137}Cs de 0,1 à 17 Bq.l^{-1} et l'apparition du ^{134}Cs ($7,7 \text{ Bq.l}^{-1}$). Cette augmentation est due à la consommation de foin récolté en juin 1986. (Document 12)

3.3.7 Résultats sur des sols de prairie et grande culture

Avant Tchernobyl seul le ^{137}Cs était décelé (entre 6 et 8 Bq.kg^{-1} sec). Après Tchernobyl, dans les deux sols, il y a augmentation pour le ^{137}Cs (d'un facteur 2,5 environ) et apparition du ^{134}Cs . Dans le sol de culture on note aussi l'apparition, à de très faibles niveaux, du $^{106}\text{Ru} + \text{Rh}$ et du ^{103}Ru (Document 13).

3.3.8 Résultats sur le maïs (grain et fourrage)

Le résultat majeur issu du document 14 est la moindre sensibilité du maïs grain ; Tchernobyl n'y est pas décelé. Le cas du maïs fourrage, indiquant certes la présence du ^{134}Cs , est un exemple type montrant que parfois les interprétations sont difficiles quand on est aux limites des seuils de sensibilité (il y a semble-t-il un peu plus de ^{137}Cs avant qu'après Tchernobyl).

3.3.9 Résultats pour la betterave à sucre, la laitue et la carotte (Document 15)

Les résultats pour la betterave, la laitue et la carotte (Document 15) n'indiquent aucun marquage significatif de Tchernobyl. Les concentrations obtenues pour le ^{137}Cs , avant l'accident, sont aux limites des seuils de détection.

3.3.10 Résultats sur le foin et les mousses arboricoles.

Les deux exemples de ce chapitre sont intéressants car ils permettent un suivi sur la décroissance de l'incidence de Tchernobyl 18 mois après l'accident. Il s'agit de deux cas très différents.

* Cas du foin

Très légèrement présent avant Tchernobyl (3Bq.kg-1 sec) le ^{137}Cs a sensiblement augmenté 6 mois après l'accident (il a été récolté en juin 1986). Le foin de 1987 retrouve un même ordre de grandeur qu'avant l'accident, **il n'y a donc pas eu transfert à partir du sol**. Présent six mois après l'accident, le ^{134}Cs a disparu dans la nouvelle coupe de 1987. (Document 16)

* Cas des mousses arboricoles

Elles sont connues pour être de très bons radioindicateurs des dépôts. Le document 17 le confirme.

A peine décelable avant l'accident, le ^{137}Cs est présent à une concentration de 900 Bq.kg-1 sec six mois après celui-ci. Dix-huit mois après, cette concentration est d'environ 400. L'accident a aussi entraîné l'apparition du ^{134}Cs , mais aussi celle du $^{106}\text{Ru} + \text{Rh}$ et du ^{103}Ru . Seul le ^{103}Ru est disparu 18 mois après (à cause de sa période physique).

3.3.11 Le γ ambiant

Le γ ambiant a été réalisé en octobre 1981. Dans l'ensemble de la région étudiée les débits de dose observés sont compris entre 53 et 126 nGy.h-1. Ces valeurs sont normales pour le territoire national.

4. CONCLUSION

Le POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE de la centrale de NOGENT SUR SEINE a été réalisé aux dates prévues au planning, entre août 1980 et octobre 1982. La divergence de deux tranches étant programmé en 1987 et 1988 EDF a dû réaliser une **actualisation** de son POINT ZERO compte tenu de l'accident de Tchernobyl survenu fin avril 1986. Il s'agit du POINT ZERO **complémentaire**, réalisé en deux phases, une en octobre et novembre 1986 et l'autre en septembre 1987.

La radioactivité d'origine naturelle représente l'essentiel de la radioactivité mesurée. Quelque soit le compartiment étudié le potassium 40 représente la plus grande part de cette radioactivité, ce qui revient à dire que les niveaux d'activité obtenus sont corrélés aux teneurs en potassium stable des échantillons.

La radioactivité d'origine artificielle est avant tout caractérisée par la présence du ^{137}Cs dont l'origine principale est constituée par les retombées des anciennes explosions nucléaires aériennes. Quand il est présent c'est presque toujours à des niveaux proches des limites de détection de l'appareillage utilisé, portant le plus performant du marché.

Pour le POINT ZERO initial on note aussi, compte tenu de l'explosion chinoise du 16 octobre 1980, la présence du $^{144}\text{Ce} + \text{Pr}$, ^{95}Nb , $^{106}\text{Ru} + \text{Rh}$, ^{95}Zr et ^{103}Ru . Les végétaux aquatiques et les vases, dans une moindre mesure, se sont révélés sensibles à cet évènement.

Le POINT ZERO **complémentaire**, réalisé après Tchernobyl, se caractérise essentiellement par une légère augmentation des concentrations pour le ^{137}Cs et par l'apparition du ^{134}Cs . Des mousses arboricoles et des mousses aquatiques, espèces radioindicatrices, ont aussi révélé la présence du $^{106}\text{Ru} + \text{Rh}$ et du ^{103}Ru .

DOCUMENT 3

"POINT ZERO" RADIOECOLOGIQUES REALISES A L'ETRANGER PAR L'IPSN



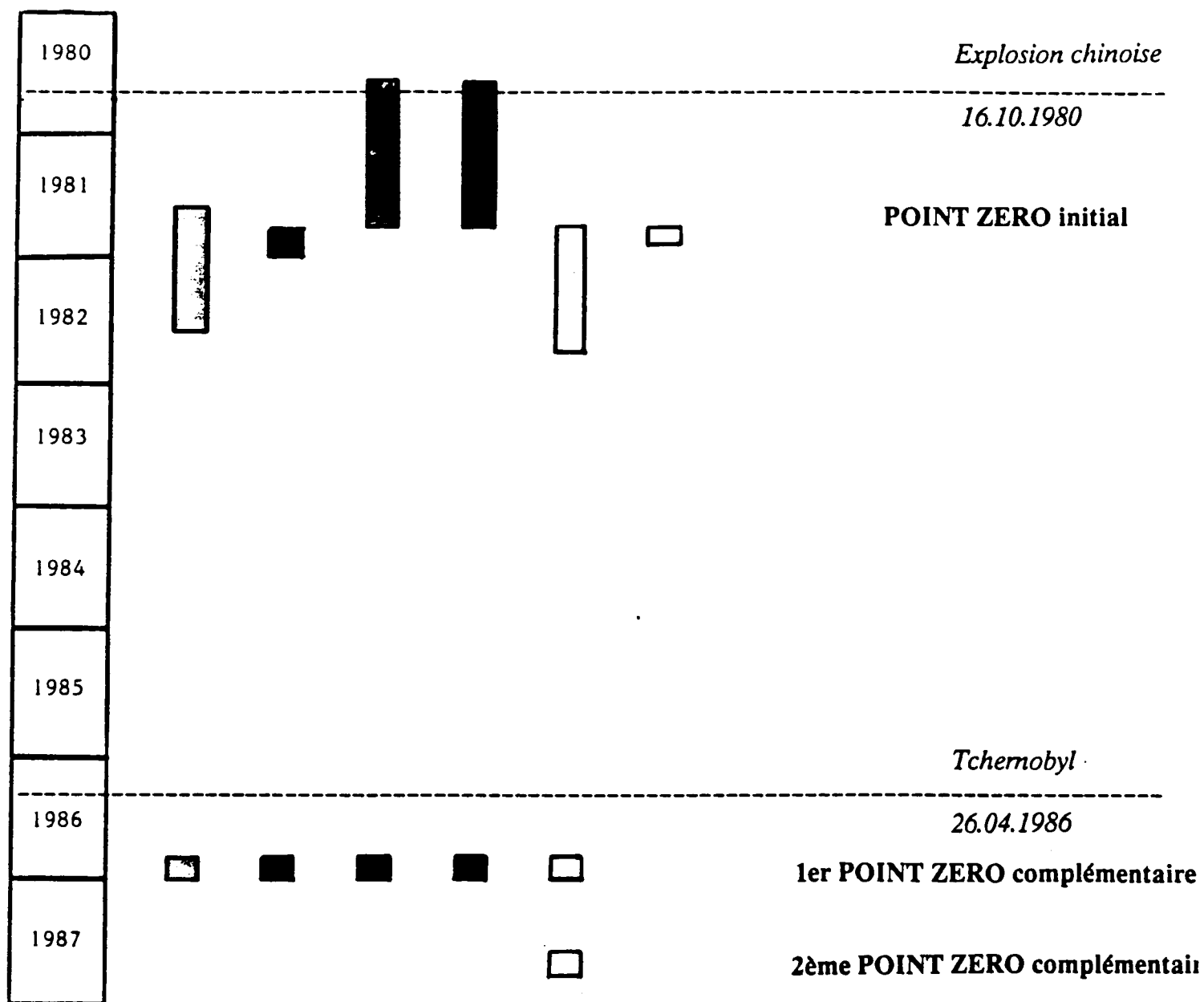
DOCUMENT 4

LISTE DES ETUDES REALISEES DANS LE CADRE DU POINT ZERO DE LA CENTRALE DE NOGENT SUR SEINE PAR L'IPSN

TITRES	DATE DU RAPPORT
1/ Les principales productions végétales du Nogentais et leur transformation dans les industries agro-alimentaires locales	07.1977
2/ Mesures estimatives de l'activité du site de NOGENT SUR SEINE	07.1978
3/ Etude radioécologique de l'Environnement du site de NOGENT SUR SEINE. Constat Radioécologique.	08.1978
4/ Etude de la ration alimentaire des habitants de la région de NOGENT SUR SEINE.	09.1978
5/ Etude radioécologique de la centrale de NOGENT SUR SEINE. Mesures du rayonnement γ ambiant.	06.1982
6/ Etude Radioécologique de la centrale de NOGENT SUR SEINE. Ecosystèmes terrestres.	10.1983
7/ Etude radioécologique de la centrale de NOGENT SUR SEINE. Hydrologie - Sédimentologie - Hydrobiologie.	12.1983
8/ Etude radioécologique de la centrale de NOGENT SUR SEINE. Résumé.	03.1984
9/ Première étude complémentaire à l'étude radioécologique de la centrale de NOGENT SUR SEINE.	07.1987
10/Deuxième étude complémentaire à l'étude radioécologique de la centrale de NOGENT SUR SEINE.	12.1987

DOCUMENT 5

DATES DES PRELEVEMENTS EN FONCTION DES DEUX EVENEMENTS NUCLEAIRES EXTERIEURS



code couleur :



HYDROLOGIE



SEDIMENTOLOGIE



VEGETAUX AQUATIQUES



POISSONS

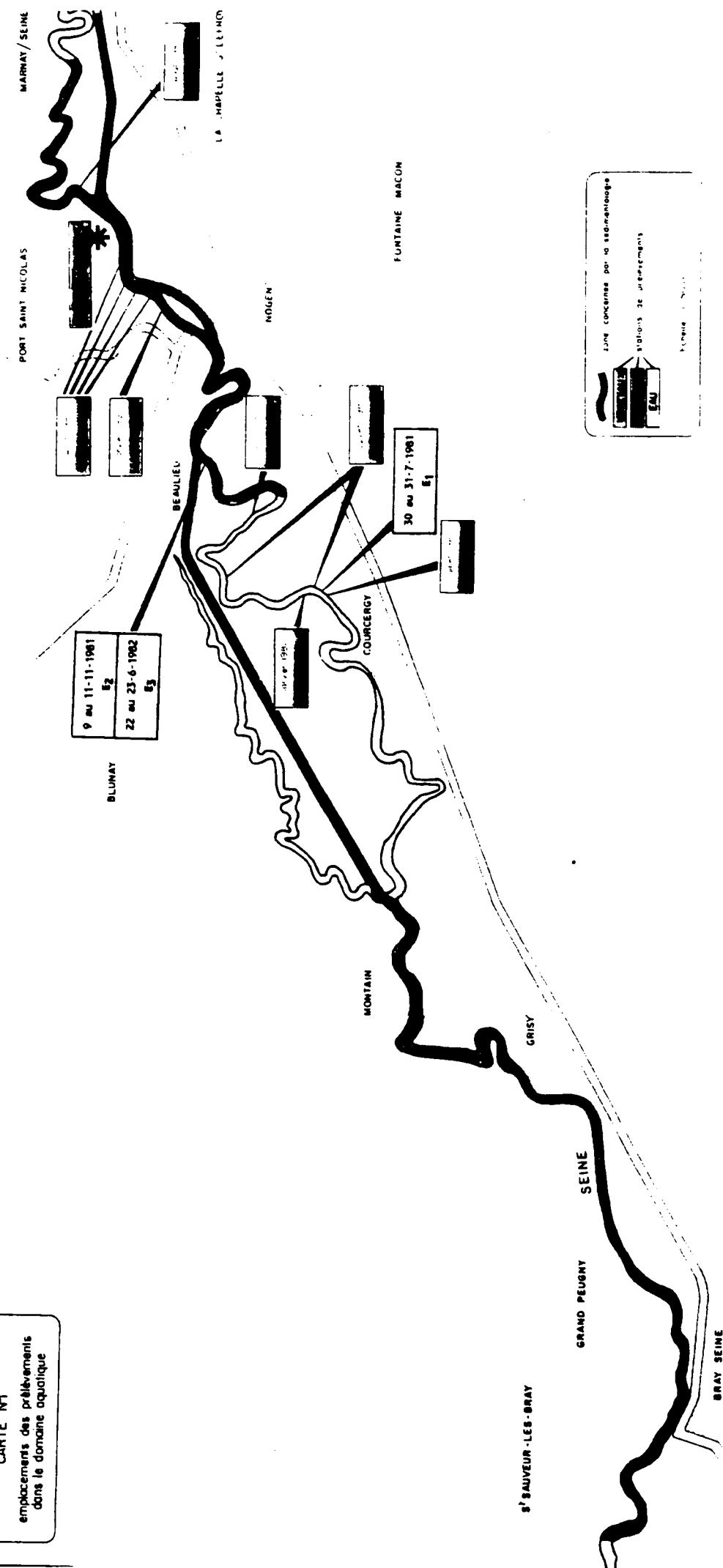


TERRESTRE



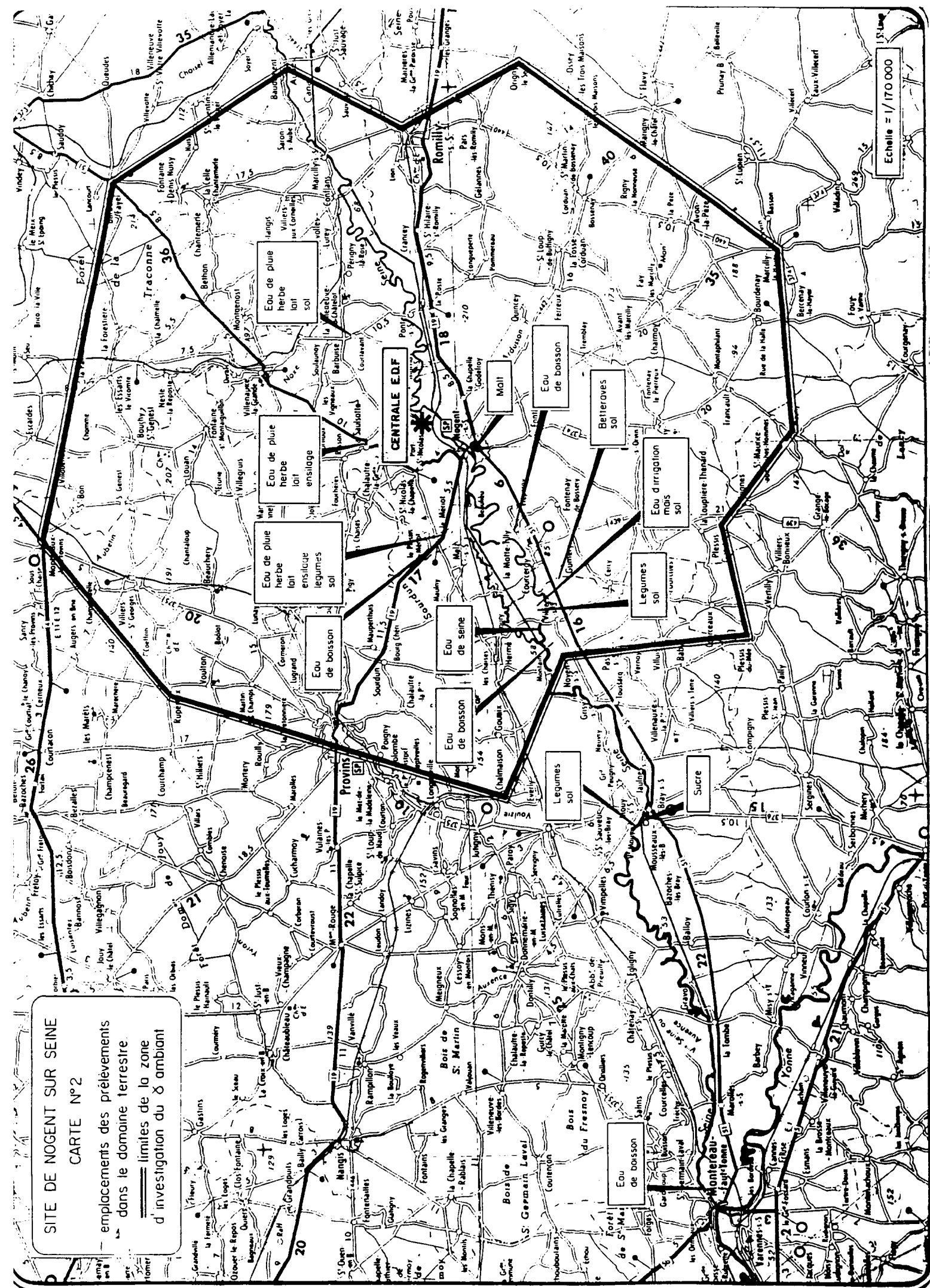
γ AMBIANT

SITE DE NOGENT SUR SEINE
 CARTE N°1
 emplacements des prélèvements
 dans le domaine aquatique



CARTE N°2

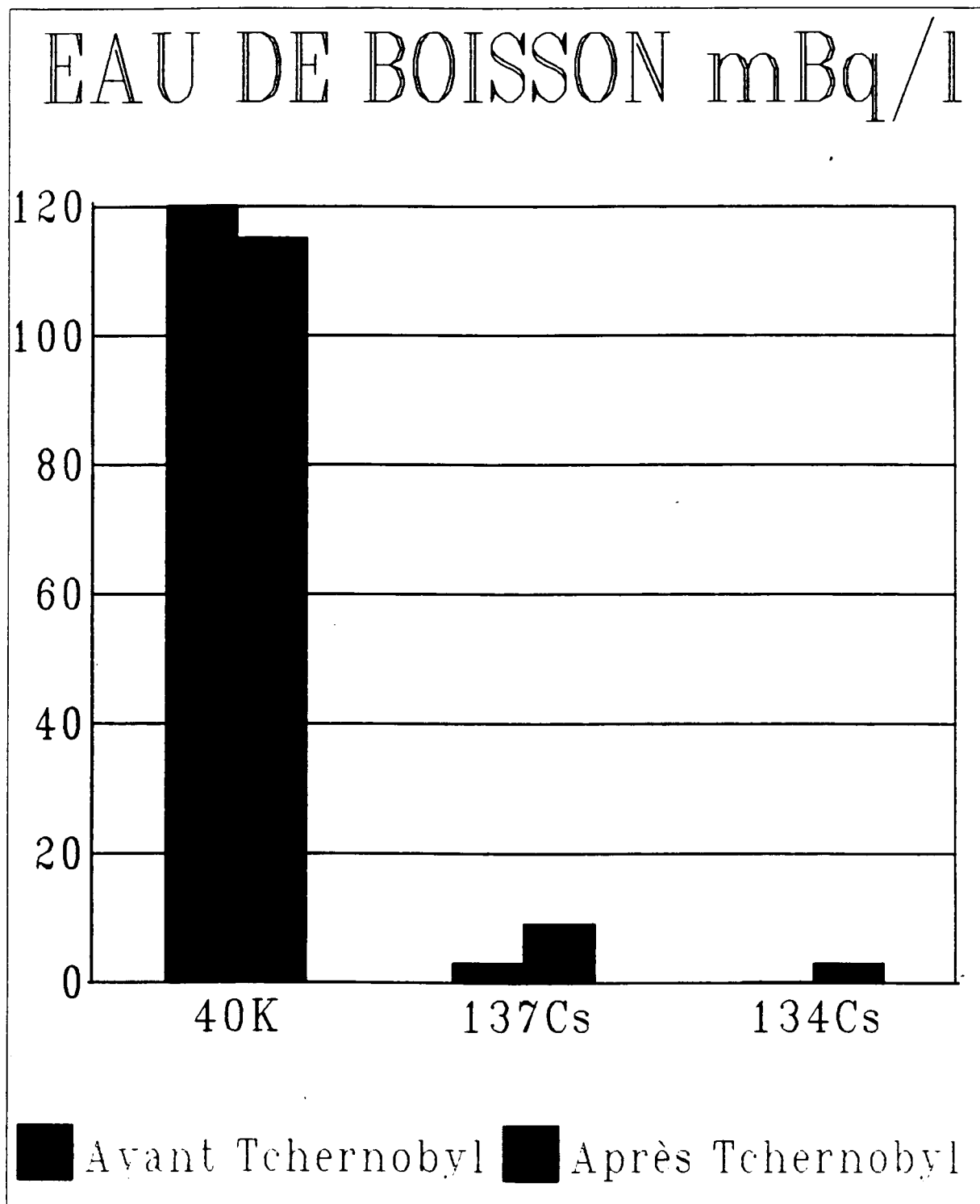
== limites de la zone d'investigation du δ ambiant



DOCUMENT 6

COMPARAISON DES NIVEAUX DE LA RADIOACTIVITE NATURELLE (40K) ET DE LA RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE POUR L'EAU DE BOISSON

Lieu de prélèvement : Le MERIOT

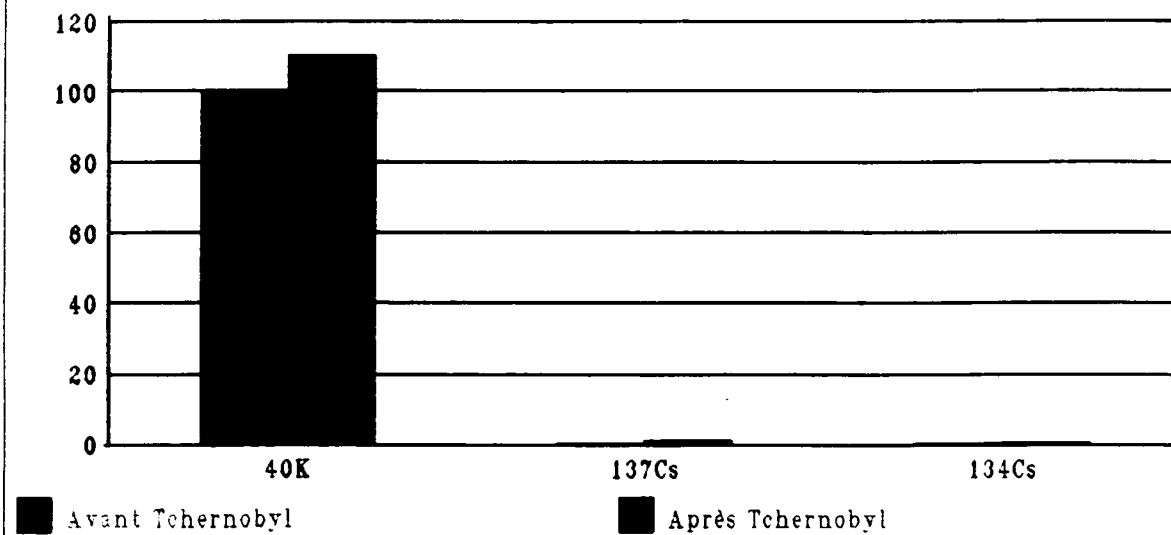


DOCUMENT 7

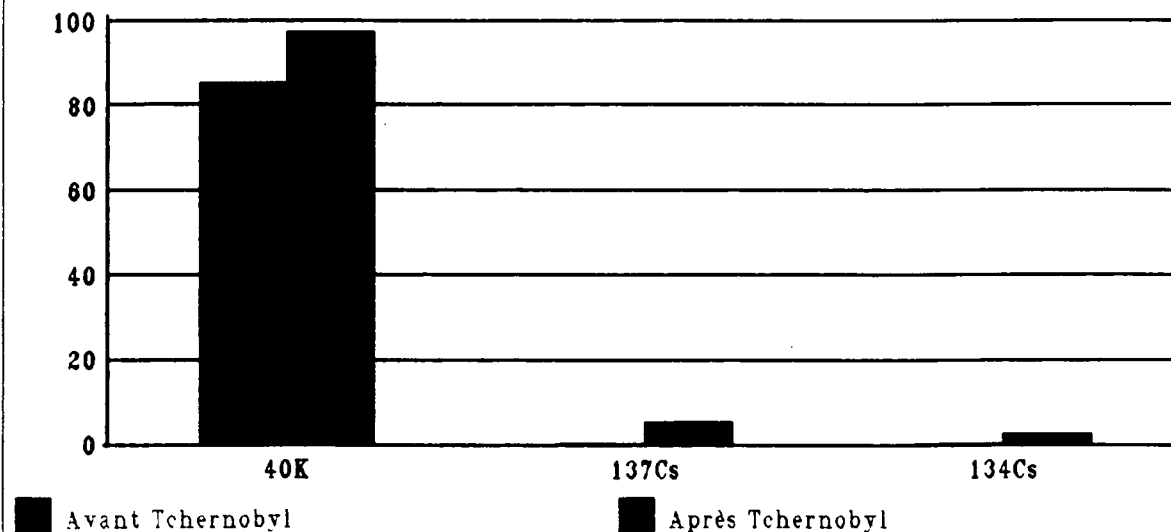
COMPARAISON DES NIVEAUX DE LA RADIOACTIVITE NATURELLE (40K) ET DE LA RADIOACTIVITE ARTIFICIELLE POUR DEUX ESPECES DE POISSONS

Lieu de prélèvement : entre la centrale et NOGENT

POISSONS (GARDON) Bq/kg FRAIS



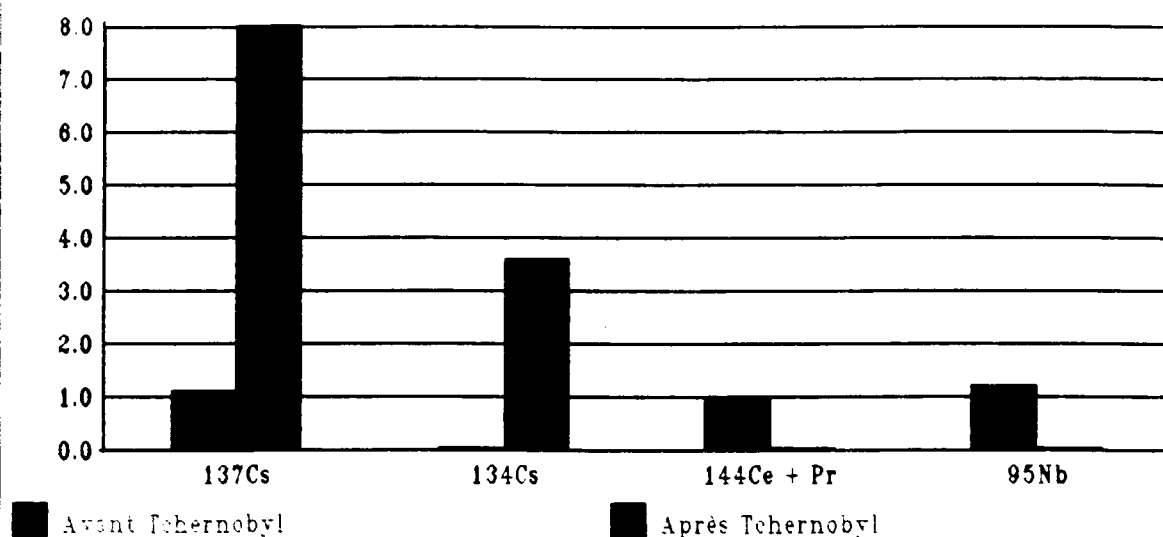
POISSONS (BROCHET) Bq/kg FRAIS



DOCUMENT 9

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR DES SABLES ET DES VASES DE LA SEINE ENTRE NOGENT SUR SEINE ET BRAY SUR SEINE

SEDIMENTS (SABLES) Bq/kg SEC

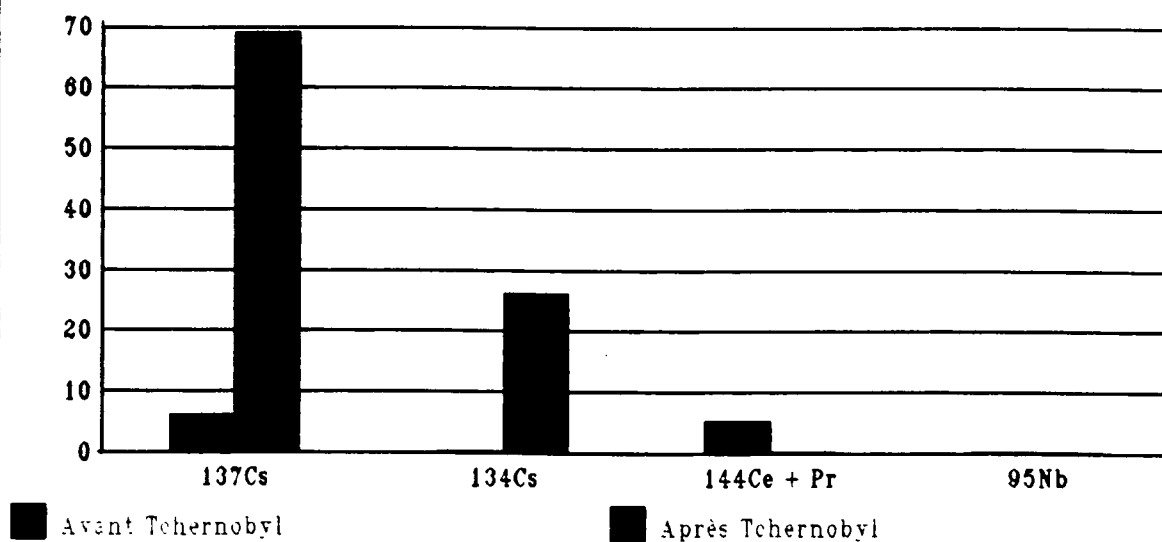


40 K

avant 38

après 36

SEDIMENTS (VASES) Bq/kg SEC



40 K

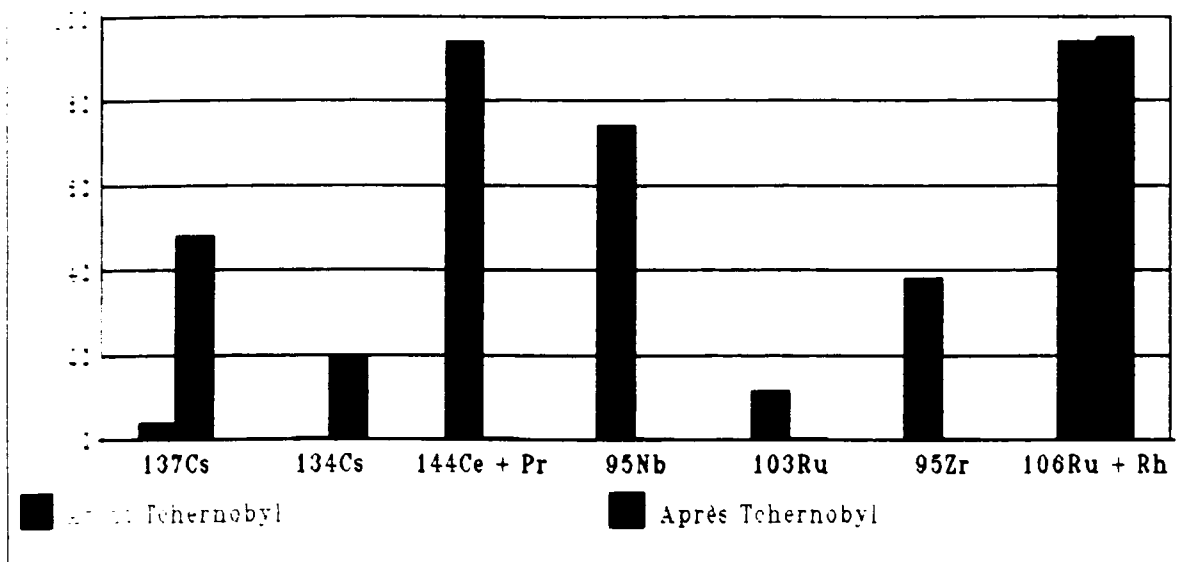
avant 100

après 230

DOCUMENT 10

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE
ARTIFICIELLE POUR DEUX VEGETAUX AQUATIQUES
Lieu de prélèvement : Entre NOGENT et LA MOTTE TILLY

VEGETAL AQUATIQUE (FONTINALE) Bq/kg SEC

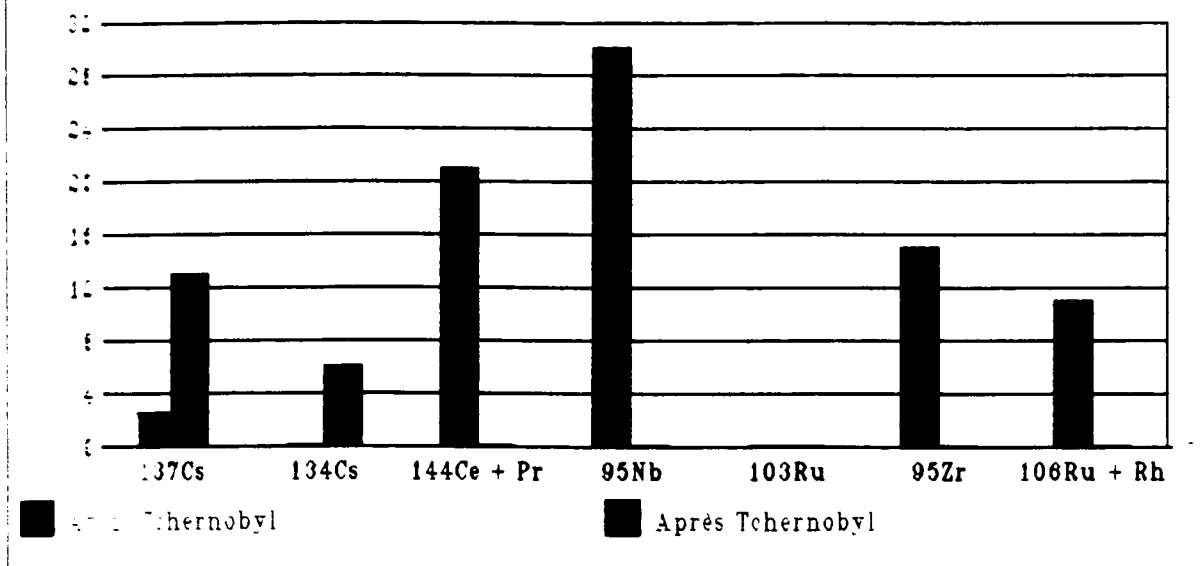


40 K

avant 345

après 350

VEGETAL AQUATIQUE (MYRIOPHYLLE) Bq/kg SEC



40 K

avant 875

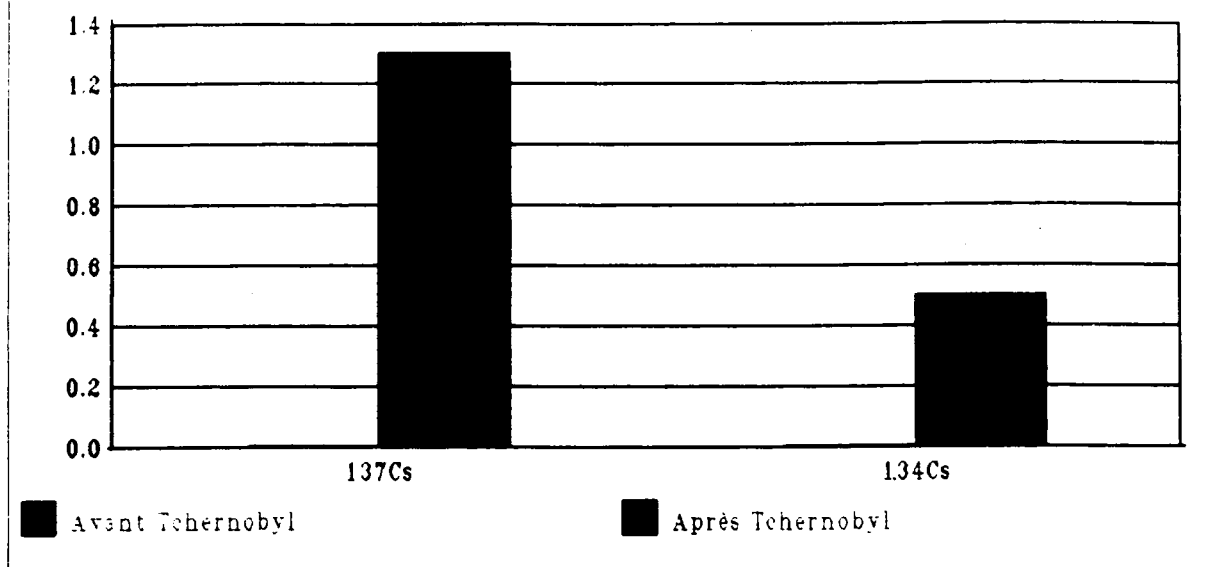
après 760

DOCUMENT 11

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR DEUX ESPECES DE POISSONS

Lieu de prélèvement : Entre la centrale et NOGENT

POISSONS (GARDON) Bq/kg FRAIS

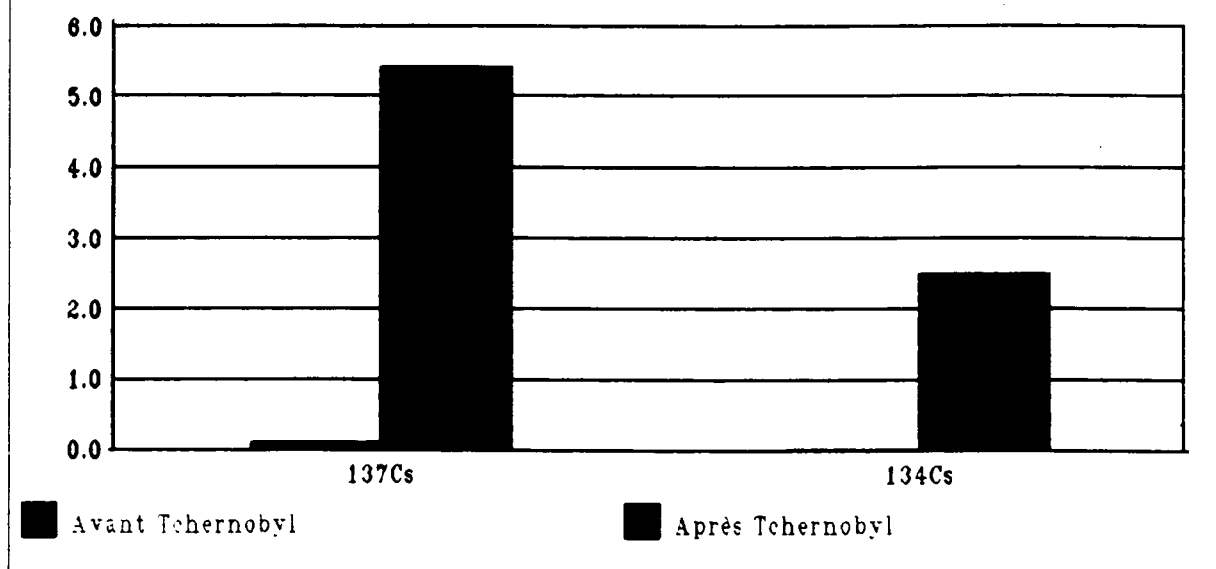


40 K

avant 100

après 110

POISSONS (BROCHET) Bq/kg FRAIS



40 K

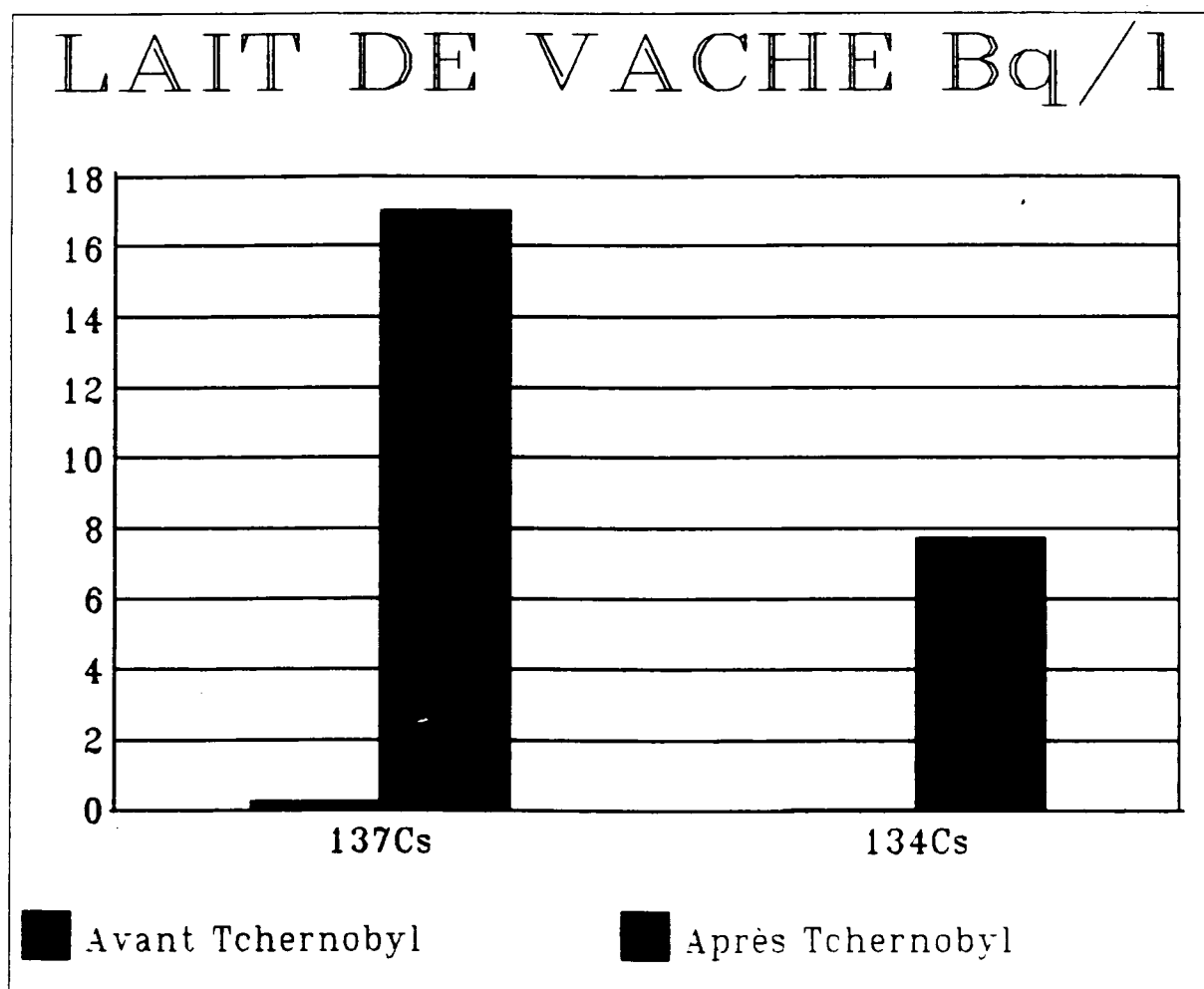
avant 85

après 97

DOCUMENT 12

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR LE LAIT DE VACHE

Lieu de prélèvement : COURTAVANT



40 K

avant 41

après 45

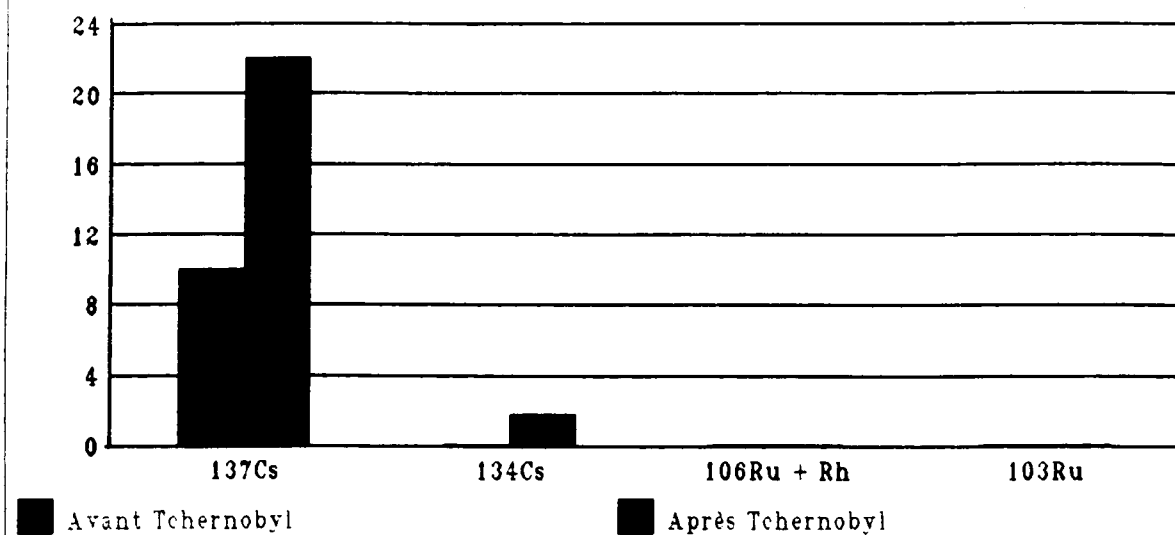
DOCUMENT 13

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR DES SOLS DE PRAIRIE ET DE GRANDE CULTURE

Lieu de prélèvement : COURTAVANT (prairie)

VILLIERS (grande culture)

SOL DE PRAIRIE Bq/kg SEC

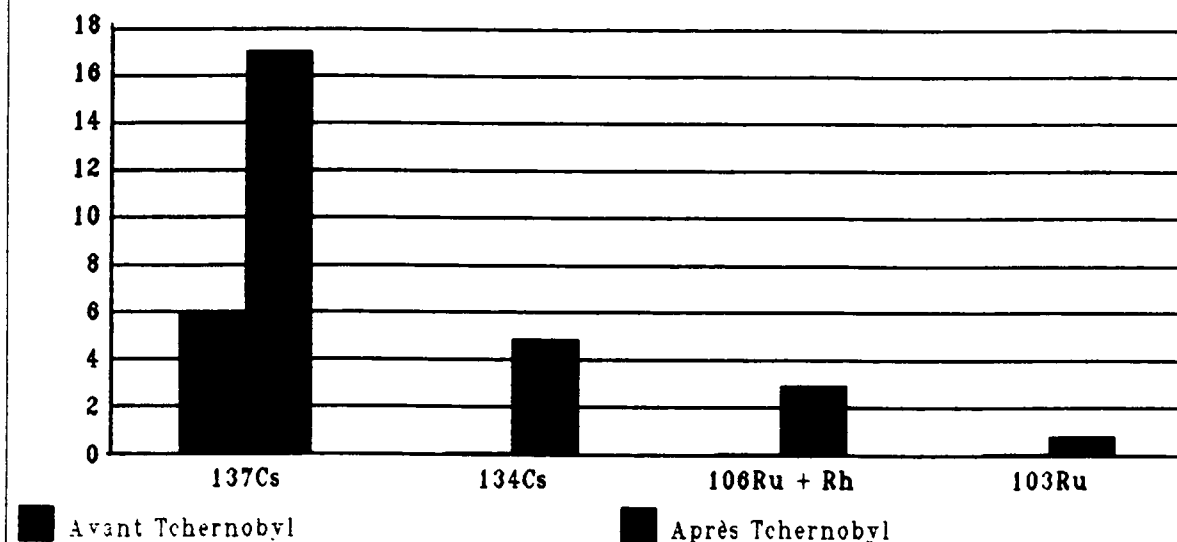


40 K

avant 180

après 200

SOL DE GRANDE CULTURE Bq/kg SEC



40 K

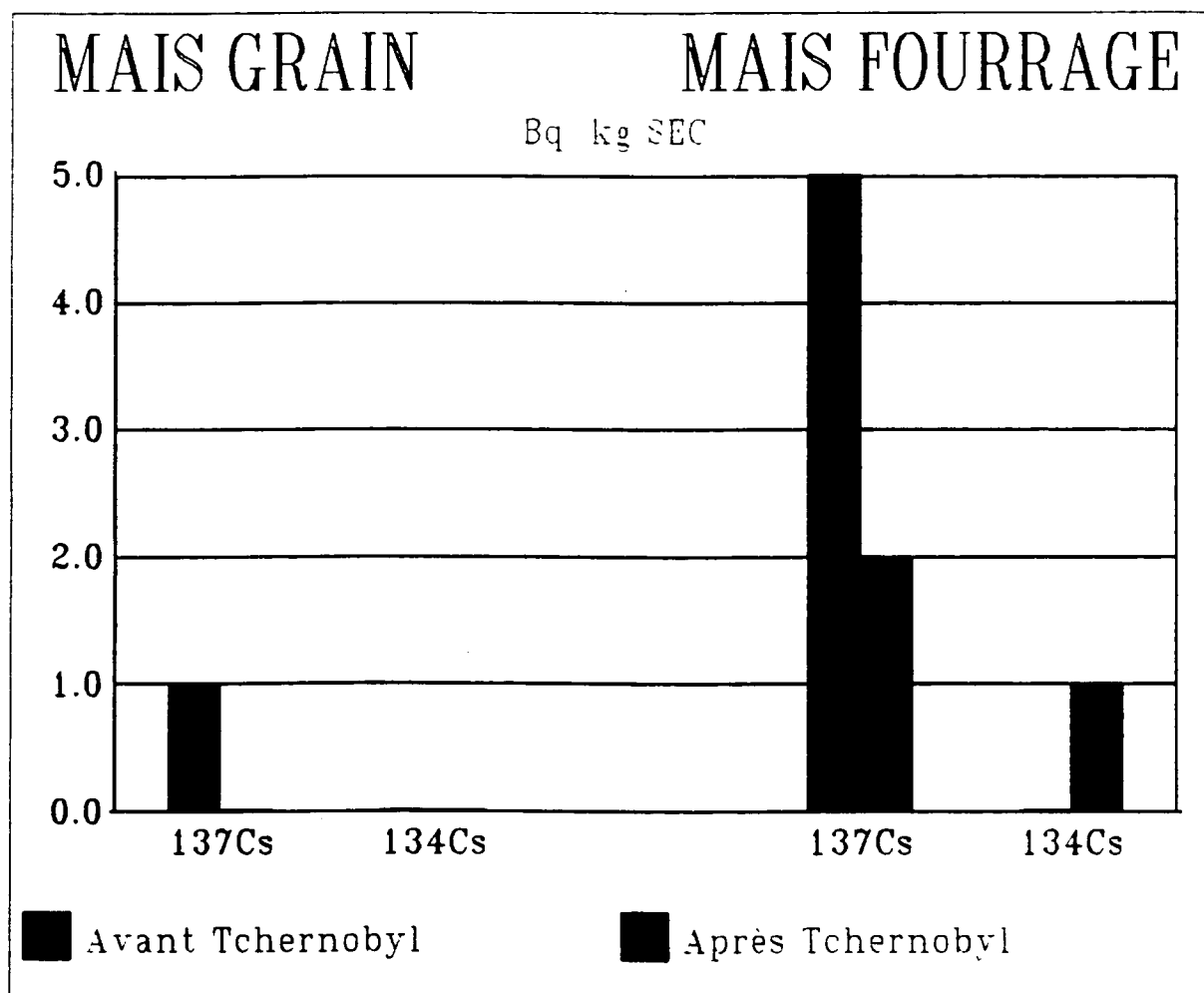
avant 260

après 195

DOCUMENT 14

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR LE MAIS GRAIN ET LE MAIS FOURRAGE

Lieu de prélèvement : VILLIERS



40 K avant 100

après 120

40 K avant 770

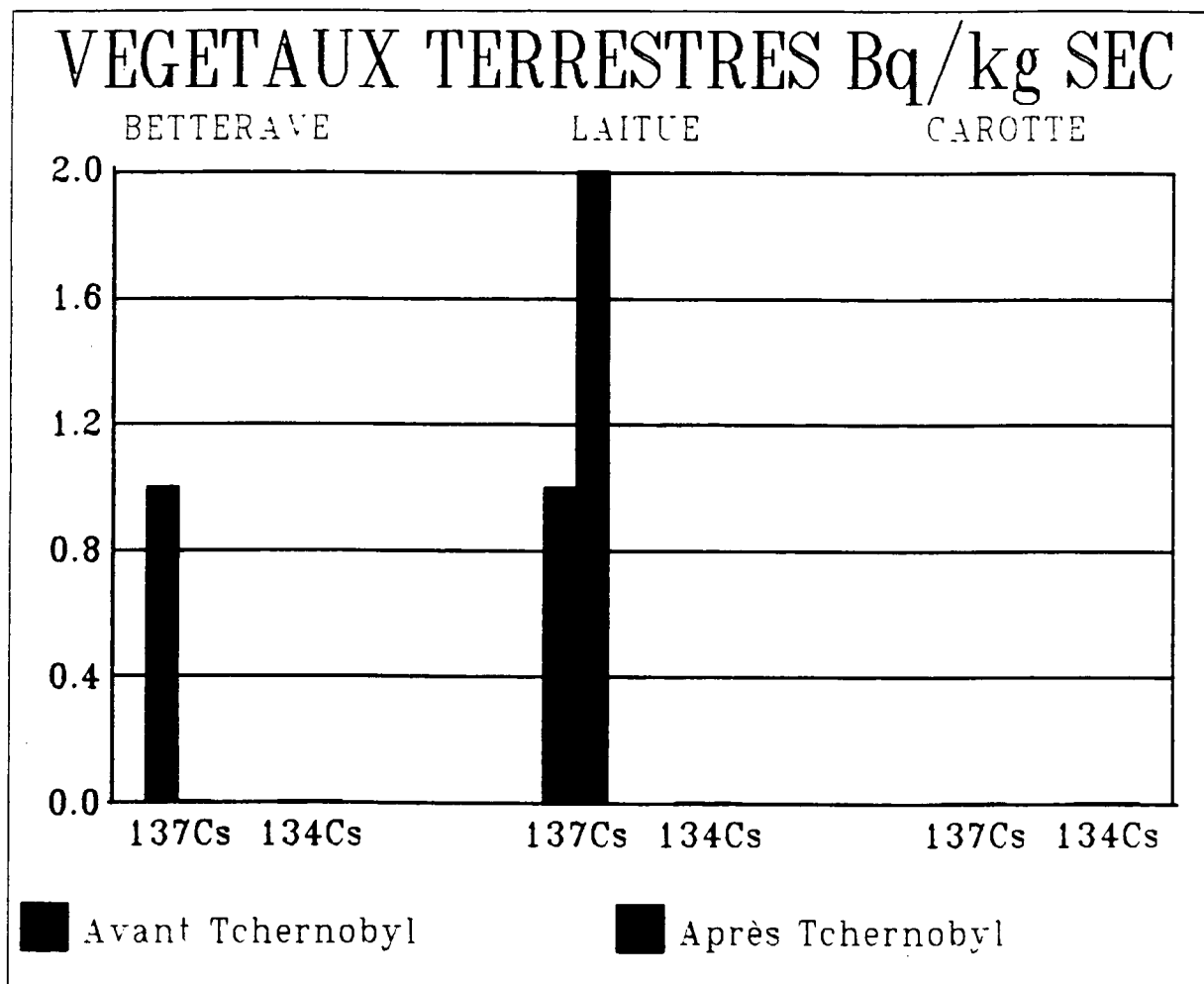
après 670

DOCUMENT 15

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR LA BETTERAVE A SUCRE, LA LAITUE ET LA CAROTTE

Lieux de prélèvement : NOYEN Betterave

BRAY Carotte et laitue



40 K avant 600

après 160

40 K avant 4 600

après 2 400

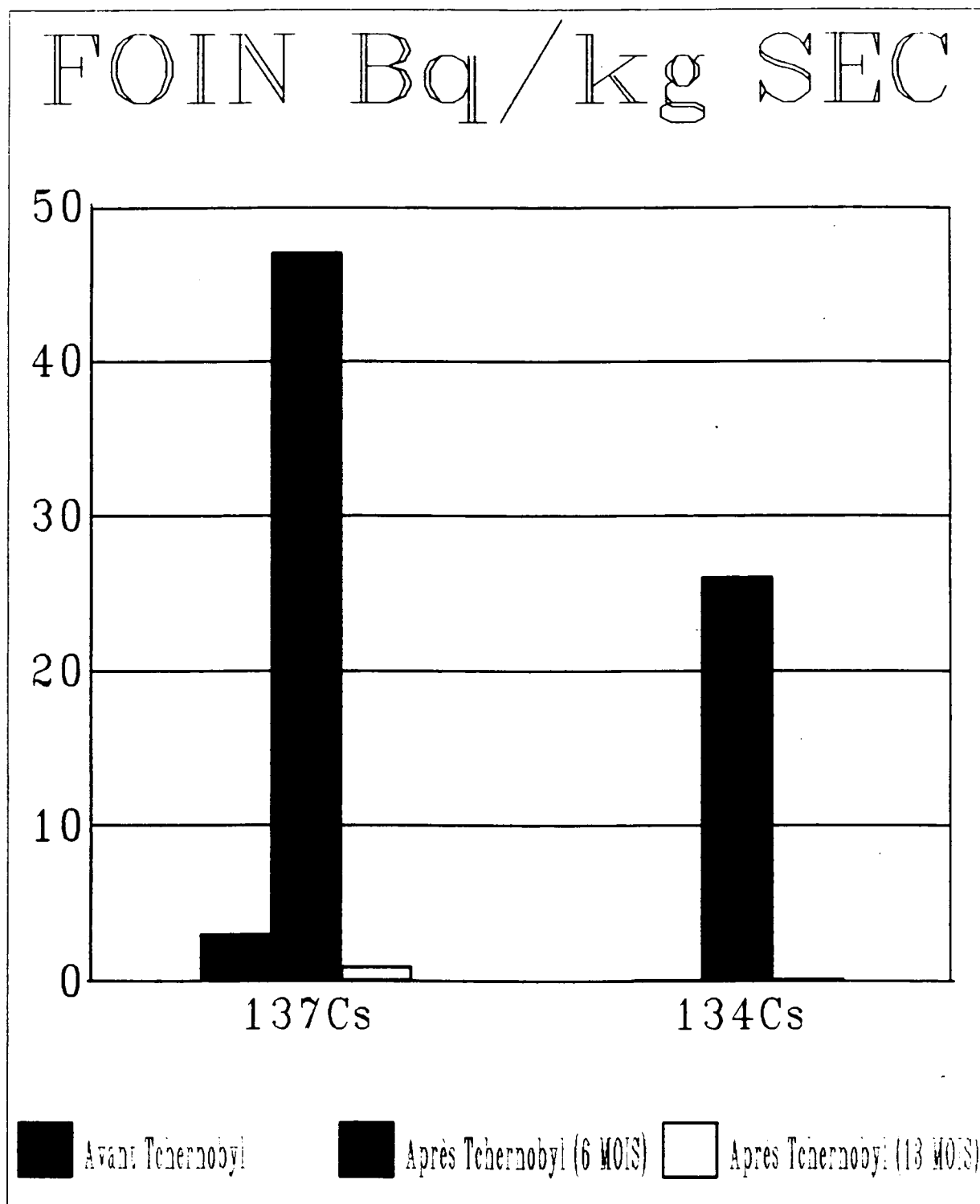
40K avant 900

après 1 200

DOCUMENT 16

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR LE FOIN

Lieu de prélèvement : COURTAVANT



40K

avant : 1 100

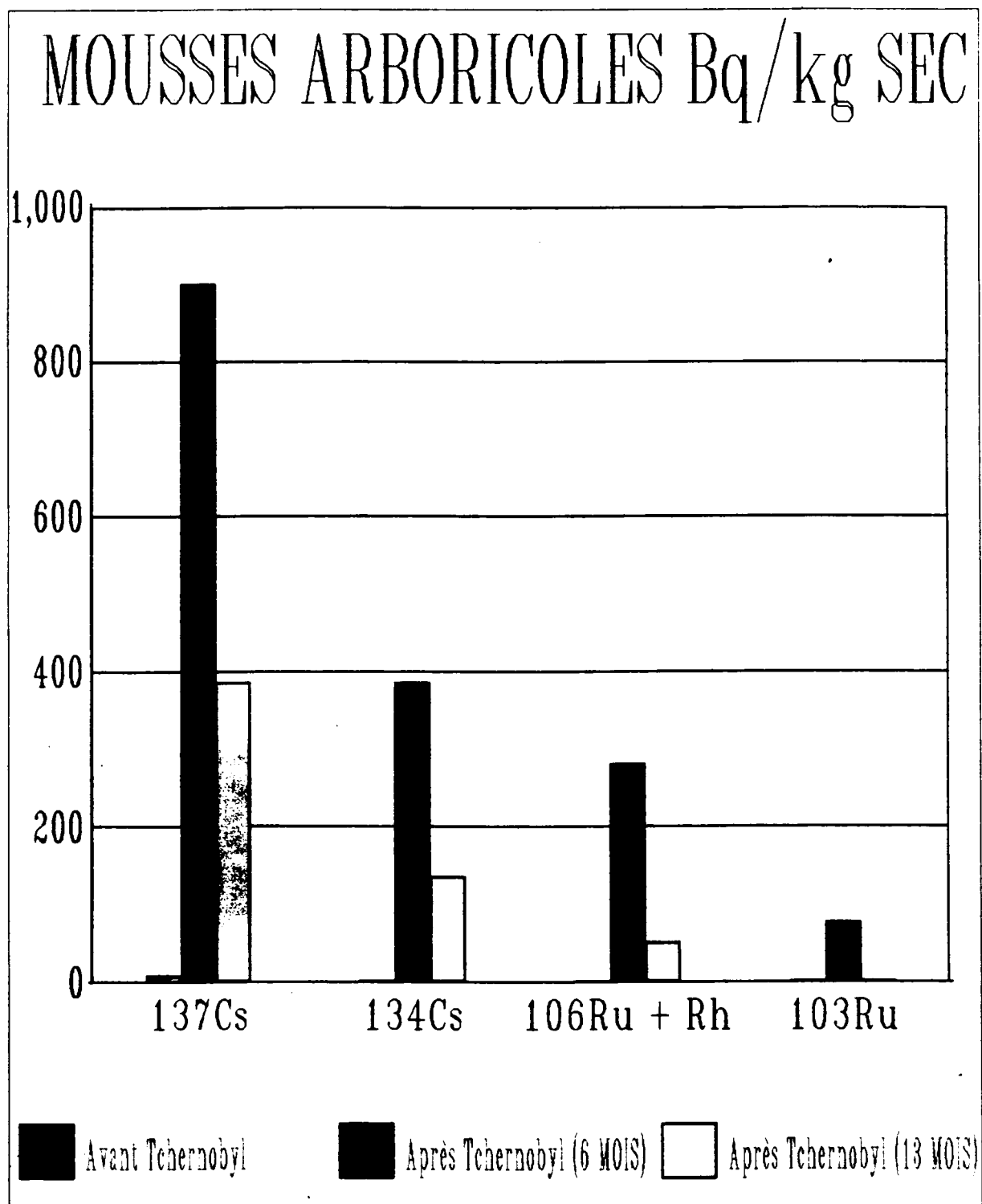
après : 1 000 (6 mois)

après : 600 (18 mois)

DOCUMENT 17

NIVEAU DE RADIOACTIVITE D'ORIGINE ARTIFICIELLE POUR DES MOUSSES ARBORICOLES

Lieu de prélèvement : LA MOTTE TILLY



40K

avant : 20

après : 30 (6 mois)

après : 54 (18 mois)