



RÉGION D'ÉQUIPEMENT PARIS
AMÉNAGEMENT DE NOGENT-SUR-SEINE
10400 NOGENT-SUR-SEINE
TÉL. 25 39 93 34

Monsieur le Sous-Préfet
Commissaire Adjoint de la République
Secrétaire de la Commission Locale
d'Information

Sous-Préfecture
10400 NOGENT SUR SEINE

N. / RÉF. : JML / IB 0 4430

V. / RÉF. :

OBJET : Document de synthèse sur le
"Contrôle radiologique à
NOGENT après l'accident de
TCHERNOBYL"

NOGENT-SUR-SEINE, LE 10 NOV 1987

Monsieur le Sous-Préfet, .

Je vous prie de trouver, ci-joint, un document
de synthèse sur le "Contrôle radiologique à NOGENT après
l'accident de TCHERNOBYL" qui doit répondre aux questions
posées par des membres de la C.L.I. sur le point zéro
post TCHERNOBYL et qui peut bien évidemment être communiqué.

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Sous-Préfet,
l'expression de mes sentiments très distingués.

C.C.	S. Ad.	S. Q.	S. Rp.	Adjoint au Chef de Service
CENTRALE DE NOGENT				
049485		12 NOV. 87		
G.P. [] D.L. []				

SL

J. LAURENT

P.J. : 1

COPIE : M. PEYRAUD

GT 087

PRD-2

JDN-2

CONTROLE RADIOLOGIQUE A NOGENT

APRES L'ACCIDENT DE TCHERNOBYL

Un constat de la radioactivité dans l'environnement du site de Nogent a été dressé pour l'étude d'impact de la centrale, quelques années avant sa mise en service : c'est le point 0 radioécologique.

Un deuxième point a été fait en Octobre et Novembre 1986 pour comparer les niveaux de radioactivité de l'environnement résultant des retombées de l'accident de Tchernobyl à ceux relevés lors du premier, et vérifier que les résultats ne modifiaient pas les conclusions de l'étude d'impact.

En ce qui concerne la radioactivité naturelle (due essentiellement au potassium 40) cette campagne de mesure a confirmé les résultats obtenus en 81-82.

1 - Résultats des mesures

En ce qui concerne la radioactivité artificielle, les principaux résultats peuvent être résumés de la façon suivante :

- l'activité de l'eau de boisson reste inférieure aux limites de détection,
- l'activité du lait en Cs 137 a augmenté de 0,08 à 17 Bq/l ; il faut lui ajouter la présence de Cs 134 qui ne figurait pas dans la première campagne de mesures (7,7 Bq/l),
- dans le foin, qui est la récolte du mois de Juin, l'augmentation d'activité selon les radioéléments est la suivante :

Cs 137 :	5	$\overline{\alpha}$	50 Bq/kg
Cs 134 :	0	$\overline{\alpha}$	30 Bq/kg

- dans les mousses arboricoles, qui sont un excellent bio-indicateur du niveau de la radioactivité d'origine artificielle, on note une nette élévation des teneurs en Cs 137 (de 5 à 900 Bq/kg) à laquelle il faut ajouter l'apparition de Cs 134 (380 Bq/kg),
- pour ce qui concerne les autres compartiments étudiés : légumes, sol, eau, sédiments, poissons, l'activité n'étant qu'à l'état de trace, on ne peut donner aucune valeur significative.

Ces résultats permettent de conclure que les retombées de Tchernobyl se manifestent par une augmentation en Cs 137 et l'apparition de Cs 134. Cette augmentation est surtout décelable dans le foin et le lait. L'augmentation dans le lait est due en partie au transfert foin-lait, les animaux étant nourris à l'étable à cette époque. Les correspondances entre les activités foin-lait ont été déterminées à partir d'expériences et sont utilisées dans les études de prévisions d'impact.

2 - Comparaison avec la réglementation

Pour assurer la protection des populations, la Commission Internationale de Protection Radiologique (CIPR) a élaboré le concept de LIAP qui est la limite d'incorporation annuelle pour le public, définie comme l'activité, qui, introduite dans l'organisme, entraîne une dose égale à la limite de dose annuelle autorisée. Cette valeur, fixée pour chaque radioélément de façon particulièrement restrictive, garantit que, si elle n'est pas dépassée, il n'y a aucun problème pour la santé publique.

En ce qui concerne le césium 134 ou 137, la LIAP est de 3.10^5 Bq.

A partir des résultats des mesures obtenus en Novembre 86 et en considérant la consommation moyenne journalière d'un adulte, la quantité totale ingérée par jour (en Cs 137 et 134) est de l'ordre de 11 Bq. La quantité ingérée en un an est donc de l'ordre du centième de la LIAP.

De même, une comparaison peut être faite avec les valeurs-repères indiquées par les Communautés Européennes, toujours pour le Cs 134 et 137, et qui sont les suivantes :

- eau de boisson	800 Bq/l
- lait	1000 Bq/l
- viande et autres denrées alimentaires	1250 Bq/kg
- alimentation pour le bétail	2500 Bq/kg

Ces valeurs sont des limites pratiques pour les contrôles en douanes, très inférieures aux limites préconisées par les experts.

Au total, il apparaît que les retombées de Tchernobyl ont été décelées (r les mesures faites dans le deuxième point O. Les valeurs trouvées sont inférieures, d'un facteur 100, aux limites de la réglementation. De plus, l'expérience montre que le césium a tendance à se fixer dans le sol et qu'ainsi l'activité dans les récoltes baisse plus rapidement que la décroissance radioactive naturelle.

L'activité due au fonctionnement de la centrale de Nogent sera elle-même encore plus faible, de sorte que la somme des deux reste négligeable.

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
INSTITUT DE PROTECTION ET DE SURETE NUCLEAIRE
DEPARTEMENT D'ETUDES ET DE RECHERCHES EN SECURITE
Service d'Etudes et de Recherches sur l'Environnement

POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE
DU SITE DE NOGENT SUR SEINE

S O M M A I R E

- 1.- Note de synthèse de l'étude
(B. DESCAMPS, Y. BAUDIN-JAULENT, Mars 1984)
- 2.- Point zéro Hydrologique, sédimentologique et hydrobiologique
(H. MAUBERT, B. DESCCAMPS, Décembre 1983)
 - 2a - Texte
 - 2b - Méthodologie
 - 2c - Tableaux
- 3.- Ecosystèmes terrestres
(L. OTTAVI, R. DISTIER, S. MARCHAND, D. CARRERE, Octobre 1983)
 - 3a - Texte
 - 3b - Annexes I et II
- 4.- Mesure du rayonnement Gamma ambiant
(T. MARINI, L. OTTAVI, C. SOYER, Juin 1982)
 - 4a - Texte
 - 4b - Méthodologie
 - 4c - Cartes

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
INSTITUT DE PROTECTION ET DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE
DEPARTEMENT D'ETUDES ET DE RECHERCHES EN SECURITE
Service d'Etudes et de Recherches sur l'Environnement

**RAPPORT
DEFINITIF**

6



**POINT ZÉRO RADIOÉCOLOGIQUE
DU SITE DE NOGENT SUR SEINE**

B. DESCAMPS, Y. BAUDIN-JAULENT

Laboratoire de Radioécologie des eaux continentales

Etude faite à la demande d'E.D.F./R.E.P.

Contrat n° 1305

MARS 1984

LISTE DE DIFFUSION
DU POINT ZERO RADIOECOLOGIQUE
DU SITE DE NOGENT SUR SEINE

N° 1	E.D.F-R.E.P.
N° 2	"
N° 3	"
N° 4	"
N° 5	"
N° 6	E.D.F-S.E.I.
N° 7	C.E.A-I.P.S.N-D.E.R.S.
N° 8	C.E.A-I.P.S.N-D.E.R.S-S.E.R.E.
N° 9	C.E.A-I.P.S.N-D.E.R.S-S.E.R.E-S.R.A.
N° 10	C.E.A-I.P.S.N-D.E.R.S-S.E.R.E-S.R.P.
N° 11	C.E.A-I.P.S.N-D.E.R.S-S.E.R.E-S.R.T.C.M.
N° 12	C.E.A-I.P.S.N-D.E.R.S-S.E.R.E-S.R.T.C.M.
N° 13	C.E.A-I.P.S.N-D.E.R.S-S.E.R.E-S.R.T.C.M.

SOMMAIRE

	Page
Chapitre 1 : But de l'étude	1
Chapitre 2 : Le domaine aquatique	2
2.1. L'HYDROLOGIE	2
2.1.1. Activité en strontium et en tritium	2
2.1.2. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li	4
2.2. LA SEDIMENTOLOGIE	5
2.2.1. Les mesures radioactives	5
2.2.1.1. Résultats obtenus par sonde trainée	5
2.2.1.2. Résultats obtenus par spectrométrie γ NaI	6
2.2.1.3. Résultats obtenus par spectrométrie γ Ge-Li	6
2.2.2. Relation entre le niveau de radioactivité observé et les caractéristiques granulométriques, la capacité d'échange et la minéralogie	8
2.2.2.1. Influence de la granulométrie	8
2.2.2.2. Influence de la capacité d'échange	10
2.2.2.3. Influence de la minéralogie	10
2.3. LES VEGETAUX	11
2.3.1. Mesure du strontium 90 par radiochimie	11
2.3.2. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li	11
2.4. LES POISSONS	13
2.4.1. Mesure du strontium 90 par radiochimie	13
2.4.2. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li	13

	Page
Chapitre 3 : Le domaine terrestre	15
3.1. LES EAUX	15
3.1.1. Les eaux de pluie	15
3.1.1.1. Les mesures β total et α	15
3.1.1.2. La mesure du tritium	17
3.1.1.3. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li	17
3.1.2. Les eaux de boisson et d'irrigation	17
3.1.2.1. La chimie des eaux	17
3.1.2.2. Les mesures β total et α	18
3.1.2.3. La mesure du tritium	18
3.1.2.4. La mesure radiochimique du strontium 90	18
3.1.2.5. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li	19
3.2. LES VEGETAUX	19
3.2.1. Les herbages et le fourrage	19
3.2.1.1. La mesure β total	19
3.2.1.2. La mesure radiochimique du strontium 90	19
3.2.1.3. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li	19
3.2.2. Les végétaux cultivés et les légumes	21
3.2.2.1. La mesure β total	21
3.2.2.2. La mesure radiochimique du strontium 90	21
3.2.2.3. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li	21
3.3. LE LAIT	21
3.4. LES PRODUITS TRANSFORMES	23
3.5. LES SOLS	24
Chapitre 4 : Le rayonnement γ ambiant	25
Chapitre 5 : Conclusion	26

CHAPITRE 1

BUT DE L'ETUDE

Avant la mise en service d'une installation nucléaire, la réglementation impose de définir l'état radioécologique de référence de son environnement (1). Cette étude permet de déceler et de mesurer la radioactivité, d'origine naturelle et artificielle, et de mettre en évidence les espèces et les zones qui sont les plus aptes à concentrer les radionucléides qui se trouvent dans les rejets liquides ou gazeux.

La centrale nucléaire de NOGENT SUR SEINE, composée de deux réacteurs 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. A la date de nos prélèvements l'environnement du site est soumis aux seules retombées atmosphériques. Pour ce "point zéro radioécologique" nous avons étudié les milieux aquatique et terrestre et mesuré le rayonnement gamma ambiant.

Le milieu aquatique est principalement influencé par les rejets liquides, les mesures ont été faites sur l'eau de la SEINE, les végétaux aquatiques et semi-aquatiques, les poissons et les sédiments.

Le milieu terrestre est soumis aux rejets gazeux mais aussi, essentiellement par l'intermédiaire de l'eau d'irrigation, aux rejets liquides. Les mesures ont porté sur les eaux de pluie, de boisson et d'irrigation, les productions végétales, les sols, le lait et les produits transformés. Nous avons également mesuré le gamma ambiant.

(1) Arrêté ministériel du 10 août 1976 (J.O. du 12 septembre 1976).

CHAPITRE 2

LE DOMAINE AQUATIQUE

La carte n° 1 et le tableau n° 1 résument les principales données relatives aux prélèvements et aux mesures. L'étude hydrologique, sédimentologique et hydrobiologique concerne la SEINE et bras morts, noues, étangs et ruisseaux entre MARNAY SUR SEINE et SAINT SAUVEUR LES BRAY, soit un bief d'environ 45 kilomètres.

2.1. L'HYDROLOGIE

Trois prélèvements d'eau ont été réalisés ; le premier du 30.07. au 31.07.1981 - le débit de la SEINE était moyen soit $49 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, le deuxième du 09.11. au 11.11.1981 - la SEINE était en crue avec un débit de $105 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - et le troisième du 22.06 au 23.06.1982 - la SEINE ayant un débit de $16 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ - .

2.1.1. Activité en strontium et en tritium

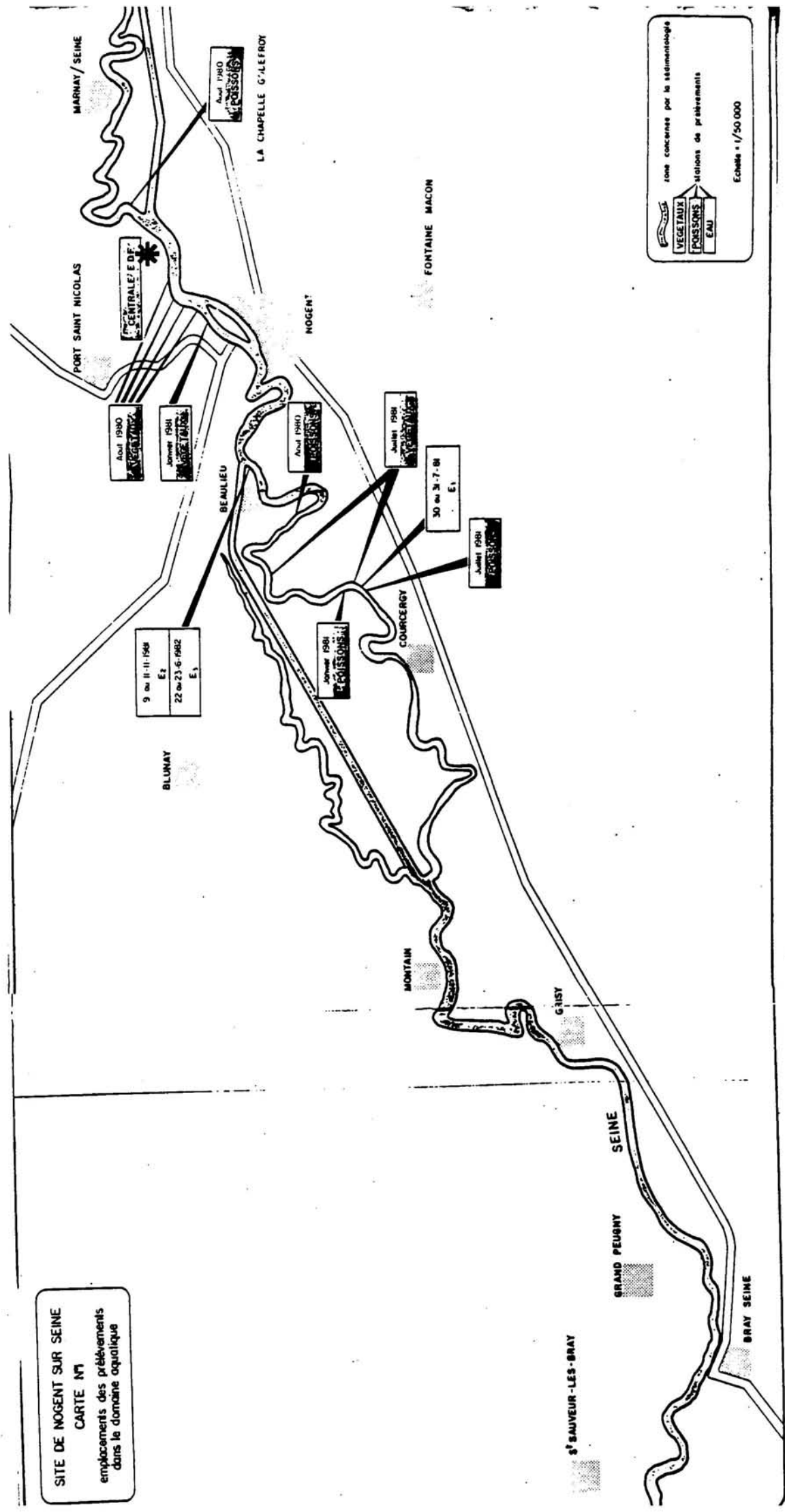
. Le strontium 90

Dans tous les cas la mesure du strontium 90 est inférieure à la limite de détection.

. Le tritium

Les niveaux d'activité du tritium se situent au dessus des valeurs habituellement rencontrées dans les autres grandes rivières françaises (tableau n° 2).

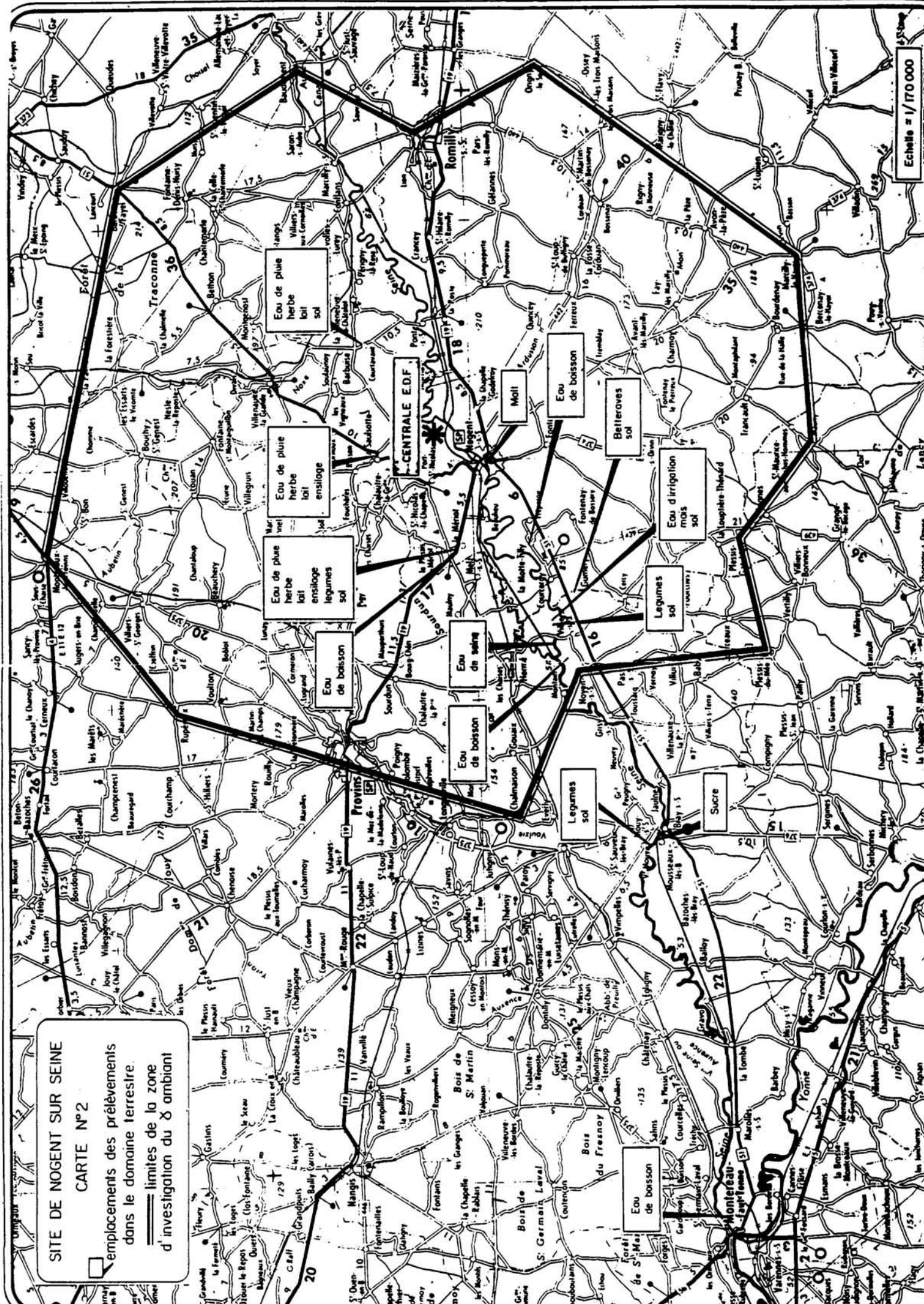
SITE DE NOGENT SUR SEINE
CARTE N°1
emplacements des prélèvements
dans le domaine aquatique



SITE DE NOGENT SUR SEINE

CARTE N°2

emplacements des prélèvements
dans le domaine terrestre.
— limites de la zone
d'investigation du δ ambiant



Echelle = 1/170 000

Tableau n° 1

PRELEVEMENTS ET MESURES REALISES
DANS LE DOMAINE AQUATIQUE
HYDROLOGIE - SEDIMENTOLOGIE ET HYDROBIOLOGIE

HYDROLOGIE			VEGETAUX		
RELÈVES ET PRELEVEMENTS	ANALYSES ET MESURES	NOMBRE	PRELEVEMENTS	ANALYSES ET MESURES	NOMBRE
<u>Au niveau de Nogent</u>			<u>Entre centrale et Nogent</u>		
. 1 profil rive droite	Température - Bathymétrie	9, 9	. Cératophylle	Potassium	7
. 1 profil milieu	Vitesse - Conductivité	9, 9	. Iris ps. ps (4)	Calcium	7
. 1 profil rive gauche			. Myriophylle	Y Co-Li	7
novembre 1981			. Nénuphar ps. ps	⁹⁰ Sr	2
			. Renoncules		
1 prélèvement eau aval	Y Co-Li, ³ H, ⁹⁰ Sr	3, 1, 1	Août 1980		
d = 49 m ³ .s ⁻¹ . Camping de la			<u>Nogent - Janvier 1981</u>		
Notte-Tilly - Juillet 1981			. Fontinale	Potassium - Calcium - Y Co-Li	1
1 prélèvement eau	Y Co-Li, ³ H, ⁹⁰ Sr	3, 1, 1	<u>La Notte-Tilly -</u>		
d = 105 m ³ .s ⁻¹ . Musée de			<u>juillet 1981</u>		
l'écluse de Beaulieu -			. Cératophylle	Potassium	4
Novembre 1981			. Fontinale	Calcium	4
1 prélèvement eau	Y Co-Li, ³ H, ⁹⁰ Sr	3, 1, 1	. Myriophylle	Y Co-Li	4
d = 18 m ³ .s ⁻¹ . Musée de			. Renoncules	⁹⁰ Sr	1
l'écluse de Beaulieu -					
juin 1982					
SEDIMENTOLOGIE - Novembre 1981			POISSONS		
40 km de sonde traînée	Y global, Y NaI		<u>Aval immédiat du site</u>		
38 km de dragage des fonds	Y global, Y NaI	29, 29	Août 1980		
Prélèvements sur berges	Y global, Y NaI	38, 38	. Brochet	Caractéristiques bioélectriques	63
Prélèvements cours d'eau	Y global, Y NaI	28, 28	. Chevaine	Potassium - Calcium	5, 5
Prélèvements sur plage	Y global, Y NaI	2, 2	. Gardon	Y Co-Li	5
Prélèvements bassin			. Perche	⁹⁰ Sr	3
de décantation	Y global, Y NaI	2, 2	. Tanche		
Prélèvements dans entreprise			<u>La Notte-Tilly</u>		
d'extraction de graviers	Y global, Y NaI	2, 2	Août 1980		
Prélèvements dans la Voulzie	Y global, Y NaI	3, 3	. Barbeau	Caractéristiques bioélectriques	94
			. Brème bordelaise	Potassium - Calcium	9, 9
			. Chevaine (5)	Y Co-Li	9
			. Gardon	⁹⁰ Sr	1
			. Lotte		
Prélèvements composites	Y Co-Li	14	<u>La Notte-Tilly</u>		
Mesures sédimentologiques (1)		14	<u>Janvier 1981</u>		
Caractéristiques physico-			. Brème (5)	Caractéristiques bioélectriques	8
chimiques (2)		14	. Chevaine	Potassium - Calcium - Y Co-Li	8, 8, 8
Minéralogie globale et des argiles		3		⁹⁰ Sr	2
Analyse totale (3)		3	<u>La Notte-Tilly</u>		
			<u>juillet 1981</u>		
Prélèvements composites	Y Co-Li, ⁹⁰ Sr	2, 2	. Barbeau	Caractéristiques bioélectriques	4
(2 fractions granulométriques)	Mesures sédimentologiques	2	. Brochet	Potassium - Calcium	1, 1
	Caractères physico-chimiques	2	. Sandre	Y Co-Li, ⁹⁰ Sr	3, 3
	Minéralogie globale et des argiles	2			
	Analyse totale	2			

- (1) Elles comprennent : poids spécifique du mélange eau-sédiment, poids spécifique apparent, teneur en eau
 (2) Elles comprennent : granulométrie, pH eau et Kcl éléments échangeables et hydrosolubles, calcaire total et actif
 (3) Elles comprennent : SiO₂, CaO, Al₂O₃, MgO, H₂O, Na₂O, TiO₂, Fe₂O₃
 (4) ps = parties aériennes, ps = parties souterraines
 (5) Espèces disséminées

Tableau n° 2

COMPARAISON DES ACTIVITES EN TRITIUM DES EAUX
DE PLUSIEURS SITES FRANCAIS SOUMIS AUX SEULES RETOMBEES

SITE	PRELEVEMENTS	DATE	ACTIVITE EN Bq.l ⁻¹
NOGENT SUR SEINE	E1	30 au 31.07.1981	23,4 ± 0,5
	E2	09 au 11.11.1981	29 ± 0,6
	E3	22 au 23.06.1982	13,4 ± 0,6
VILLIERS		08.07.1982	27 ± 0,6
CREYS	E1	21 au 24.04.1980	14,8 ± 7,4
	E2	25 au 25.06.1980	11,1 ± 5,5
CATTENOM (1)	M1	02.02.1982	7,1 ± 0,6
	G1	02.02.1982	6,5 ± 0,5

(1) Document à paraître

Cette activité pourrait s'expliquer par le fait que les niveaux d'activité des eaux de pluie de la région parisienne sont supérieurs à ceux obtenus dans d'autres régions françaises. Il faut également citer la possibilité d'un stockage, dans les formations crayeuses de la région, d'une eau marquée par l'activité importante de 1950 à 1962 due aux explosions nucléaires aériennes (avant l'accord russo-américain de 1963).

2.1.2. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li

Une mesure séparée, pour chaque échantillon prélevé, du filtre, des résines et du charbon permet d'évaluer l'activité naturelle et artificielle associées aux matières en suspension, à la fraction dissoute et à la fraction non polaire.

- L'activité naturelle

Dans les trois prélèvements elle est due essentiellement au potassium 40 et à la famille de l'uranium 238. L'activité du potassium 40 associé aux M.E.S. a pour valeurs limites 1 et 398 mBq.l^{-1} , en ce qui concerne la fraction dissoute les valeurs sont comprises entre 18,6 et 142 mBq.l^{-1} . Les activités naturelles sont faibles et comparables à celles relevées sur les autres sites étudiés.

- L'activité artificielle

Seul le ^{137}Cs a été décelé dans le premier prélèvement et cela à un niveau très faible : $1,4 \pm 1 \text{ mBq.l}^{-1}$ associé aux M.E.S. et $0,5 \pm 0,5 \text{ mBq.l}^{-1}$ sous forme dissoute, c'est typiquement ce qui est obtenu sur des sites soumis aux seules retombées des tirs atmosphériques.

2.2. LA SEDIMENTOLOGIE

L'étude des dépôts sédimentaires s'est faite du 26.10 au 27.11.1981. La mesure de l'activité γ globale ainsi qu'une spectrométrie qualitative, γ NaI, des dépôts sont réalisées pendant la campagne de prélèvement. Elles ont permis de constituer des échantillons dits "composites", représentatifs d'une zone de dépôts, sur lesquels seront effectués les mesures radioactives quantitatives et sédimentologiques.

2.2.1. Les mesures radioactives

2.2.1.1. Résultats obtenus par sonde traînée

L'activité γ globale des fonds, mesurée par la technique de la sonde traînée varie de 20 à 75 chocs/secondes, ces résultats sont identiques à ceux obtenus sur d'autres sites français.

2.2.1.2. Résultats obtenus par spectrométrie γ NaI

Les échantillons de 4 litres sont mesurés en spectrométrie γ NaI. La mesure obtenue va de 6 à 25 chocs/seconde (1). La spectrométrie γ NaI a révélé la présence dans tous les échantillons de potassium 40 et des éléments de la famille de l'uranium 238. Aucun radionucléide artificiel n'a été décelé.

2.2.1.3. Résultats obtenus par spectrométrie γ Ge-Li

Ces mesures sont effectuées sur 16 échantillons composites dont 1 pour les boues de décantation (B2) et 3 pour l'étude de l'influence de la granulométrie (Z'A, Z'B, Z14).

Origine et nature des échantillons	Sable de la SEINE Lit + berges	Sables des ruisseaux et étangs LA VOULZIE	Vases SEINE et canaux	Vases des ruisseaux et étangs	Gravières	Bassins de décantation
	Z1, Z8, Z10, Z11, Z13	Z3, Z5	Z7, Z9, Z12, Z14	Z4	Z6	B2

- L'activité naturelle

L'activité naturelle dans les échantillons est essentiellement due au potassium 40 avec des activités allant de 21 ± 7 à 160 ± 30 Bq.kg⁻¹, ces valeurs sont plus faibles que celles trouvées sur d'autres sites français, ceci provenant sans doute de la large prédominance de calcaire sur ce site. On trouve également de l'uranium 238 (de 4 ± 2 à 22 ± 8 Bq.kg⁻¹), du radium 226 (de 7 ± 4 à 22 ± 10 Bq.kg⁻¹) et des nucléides de la famille du thorium ($^{232}\text{Th} + ^{228}\text{Ac}$) avec des activités comprises entre 3 ± 2 et 21 ± 5 Bq.kg⁻¹. On constate la présence du béryllium -7 dans deux échantillons de sables des berges. On note dans un échantillon de boues de décantation une activité naturelle plus élevée.

(1) Avec déduction du bruit de fond.

- L'activité artificielle

Trois radionucléides ont été décelés : le césium 137, le cérium 144 + praséodyme 144 et le niobium 95.

. Le césium 137 a été détecté dans tous les échantillons sauf un ; les niveaux d'activité varient de $0,6 \pm 0,2$ à 20 ± 2 Bq.kg⁻¹, les valeurs allant en augmentant quand le sédiment est constitué de particules plus fines et de matière organique. Le ¹³⁷Cs provient des retombées atmosphériques (tableau n° 3).

Tableau n° 3

NIVEAUX D'ACTIVITE ARTIFICIELLE
DES ECHANTILLONS COMPOSITES
PRELEVES SUR LE SITE DE NOGENT SUR SEINE

Résultats en Bq.kg⁻¹ sec

ORIGINE DES ECHANTILLONS COMPOSITES	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce + ¹⁴⁴ Pr	⁹⁵ Nb
Sables de la SEINE : lit + berges	0,4-1,7	0,8-1,2 (1) 1/4	0,5-1,5 3/4
Sables des ruisseaux et étangs : LA VOULZIE	2,2- 5	1,3-2,1 1/2	0,7-1,5 1/2
Vases : SEINE et canaux	5 - 22	0 -13 3/4	1 -9 3/4
Vases des ruisseaux et étangs	10 - 14	5,9-7,7	3,3-4,9
Gravières	≤ 0,5	≤ 1	≤ 1
Bassins de décantation	15 - 23	6 - 10	≤ 4

(1) Nombre de mesures significatives

. Le couple cérium 144 et praséodyme 144 a été décelé dans 8 échantillons ; les valeurs significatives s'échelonnent entre $1 \pm 0,2$ et 12 ± 1 Bq.kg⁻¹.

. Le niobium 95 a été détecté dans 9 échantillons, les valeurs significatives s'échelonnent entre $0,8 \pm 0,3$ et 8 ± 1 Bq.kg⁻¹.

Dans le cas des boues de décantation l'activité artificielle est du même ordre de grandeur. Ces deux derniers nucléides proviennent probablement du tir chinois d'octobre 1980.

2.2.2. Relation entre le niveau de radioactivité observé et les caractéristiques granulométriques, la capacité d'échange et la minéralogie

2.2.2.1. Influence de la granulométrie

. Sur l'activité naturelle

L'activité naturelle croît avec la diminution de la taille des particules, ceci pour tous les échantillons, cela est vrai pour le site de NOGENT SUR SEINE mais ce n'est pas une règle générale. Les sédiments grossiers du bassin séquanien sont essentiellement des calcaires qui sont des roches peu actives, mais certains échantillons contiennent jusqu'à 30 % d'argiles, ce sont ceux là qui ont l'activité la plus importante (pour l'uranium jusqu'à 22 ± 5 Bq.kg⁻¹).

. Sur l'activité artificielle

L'étude a porté uniquement sur le ¹³⁷Cs (dont l'activité varie de 0,4 à 23 Bq.kg⁻¹), l'activité en ¹³⁷Cs croît avec la finesse des particules (figure 1), ce qui est conforme à tout ce qui a pu être observé sur d'autres sites. La fixation du radionucléide dépend surtout de la surface d'échange sédiment-eau.

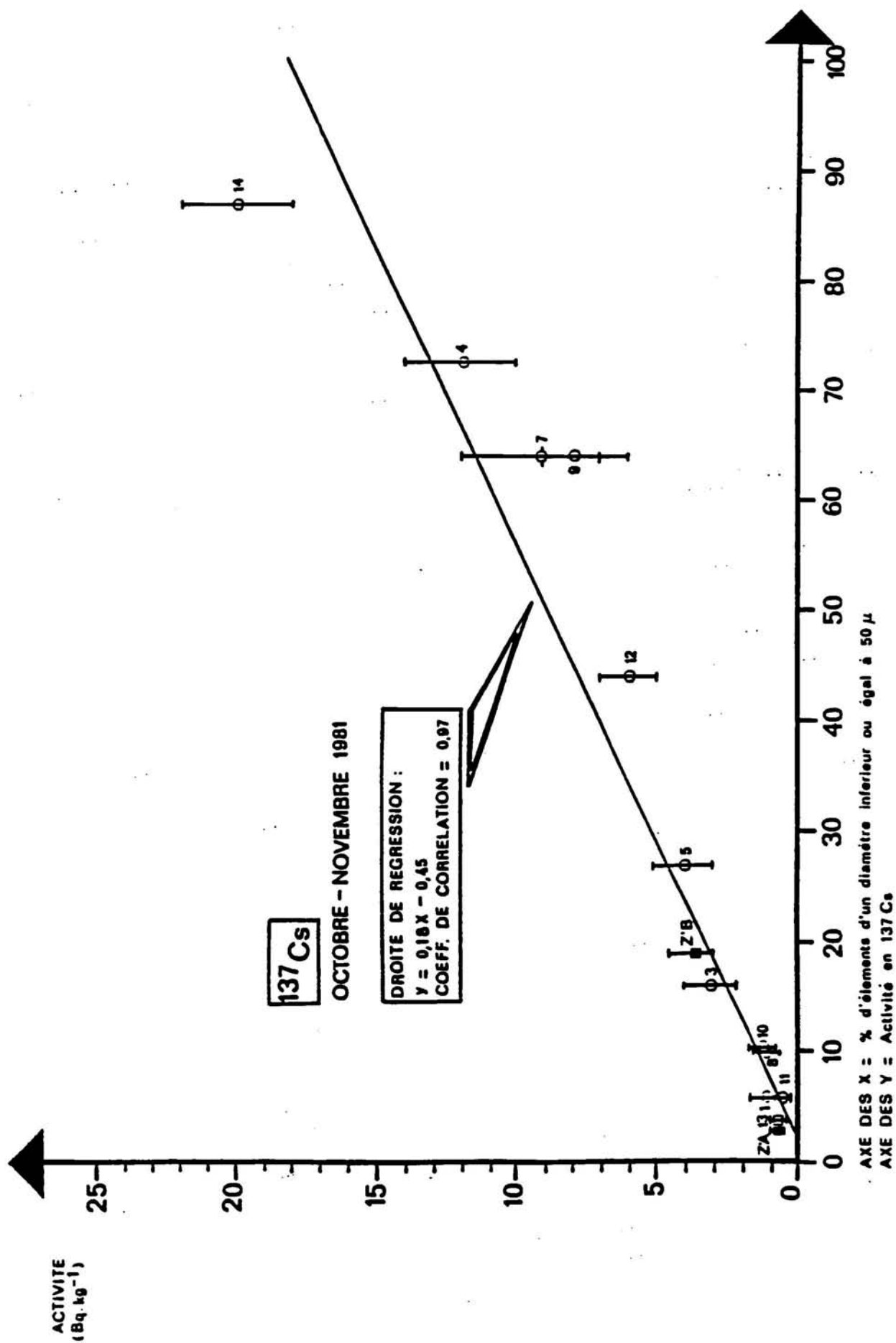


FIGURE 1 - RELATIONS ENTRE L'ACTIVITE EN ¹³⁷Cs ET LA GRANULOMETRIE DES ECHANTILLONS DE SEDIMENTS DE NOGENT-sur-SEINE

2.2.2.2. Influence de la capacité d'échange

Nous avons étudié la corrélation entre la capacité d'échange et un radionucléide artificiel, le ^{137}Cs . Nous constatons que l'activité du ^{137}Cs augmente en fonction de la capacité d'échange (tableau n° 4) et du pourcentage de calcaire actif (c'est un calcaire finement divisé donc plus apte à fixer le ^{137}Cs).

Tableau n° 4

INFLUENCE DE LA CAPACITE D'ECHANGE
SUR L'ACTIVITE EN ^{137}Cs DANS LES SEDIMENTS

CAPACITE D'ECHANGE EN meq/100 g	ACTIVITE EN ^{137}Cs EN Bq.kg ⁻¹
entre 1,3 et 4,2	$^{137}\text{Cs} < 1$
entre 3,2 et 7,6	$1 < ^{137}\text{Cs} < 5$
entre 14,7 et 15,3	$5 < ^{137}\text{Cs} < 10$
entre 13,3 et 23,8	$^{137}\text{Cs} > 10$

2.2.2.3. Influence de la minéralogie

On trouve une nette dominance de la calcite sur les autres minéraux, soit de 59 % pour les matériaux les plus fins (Z4) à 94 % pour les très grossiers (Z11) ; on remarque que le cortège argileux est surtout constitué de smectites (49 à 71 %), les smectites sont des argiles à feuillets extensibles qui présentent de très fortes capacités d'échange, elles prennent une part prépondérante dans le processus de fixation.

2.3. LES VEGETAUX

Ce sont de bons indicateurs du niveau d'activité en milieu aquatique. Trois campagnes de prélèvements se sont déroulées du 26 au 31.08.1980, du 27 au 31.01.1981 et du 30.07 au 01.08.1981, afin de tenir compte des variations de leur activité physiologique et des changements, toujours possibles, du niveau des retombées atmosphériques. Les lieux et les dates de prélèvements sont portés dans la carte n° 1.

2.3.1. Mesure du strontium 90 par radiochimie

Trois mesures de strontium ont été réalisées sur les végétaux aquatiques, les valeurs obtenues sont inférieures ou égales à $6,5 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$, ces niveaux sont ceux que l'on rencontre dans des zones soumises aux seules retombées.

2.3.2. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li

Les résultats portent sur cinq genres aquatiques et un genre semi-aquatique. Les résultats sont regroupés dans le tableau n° 5.

. L'activité naturelle

Le potassium 40 est le radionucléide dont l'activité est la plus abondante, de 250 ± 28 à $2\,750 \pm 255 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$. Pour les familles de l'uranium 238 et du thorium 232, les teneurs sont beaucoup plus faibles mais presque toujours significatives. Le béryllium 7, d'origine cosmique, est présent 10 fois sur 12 ; les niveaux d'activité vont de $23,7 \pm 3$ à $116 \pm 14 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$, il semble y avoir des variations inter-spécifiques assez importantes.

. L'activité artificielle

Le césium 137 est décelé dans tous les échantillons - entre 0,3 et $6,4 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$.

Tableau n° 5

ACTIVITE NATURELLE ET ARTIFICIELLE DES VEGETAUX PRELEVES
SUR LE SITE DE NOGENT SUR SEINE EN 1980 ET 1981

Résultats en Bq.kg⁻¹ sec

RADIOISOTOPES LIEUX ESPECES VEGETALES DE PRELEVEMENT	NATURELS						ARTIFICIELS					
	²³⁸ U - ²³⁴ Pa	²²⁶ Ra	²³² Th - ²²⁸ Ac	⁴⁰ K	⁷ Be	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce, ¹⁴⁴ Pr	⁹⁵ Nb	¹⁰³ Ru	⁹⁵ Zr	¹⁰⁶ Rh, ¹⁰⁶ Ru	⁵⁴ Mn
Entre la centrale et Nogent - Août 1980												
• Cératophylle	10,7 ± 2,2	0,5 ± 2,2	0,5 ± 2,2	1 175 ± 110	36,2 ± 4,3	6,4 ± 1,1						
• Iris (<i>Sagittaria</i>)												
parties aériennes	< 10,3	2,0 ± 0,8	2,4 ± 0,4	410 ± 52	40 ± 4	1,2 ± 0,4						
parties souterraines	2,5 ± 0,85	1,4 ± 0,6	1,0 ± 1,1	250 ± 28	11,4 ± 1,7	1,1 ± 0,3						
• Myricophylle	20,1 ± 6,5	10,7 ± 6,5	10,7 ± 2,2	1 040 ± 130	116 ± 13	4,3 ± 1,3						
• Ménaphar :												
parties aériennes	0,5 ± 0,5	3,0 ± 1,0	0,3 ± 1,0	1 340 ± 135	< 6,3	1,1 ± 0,4						
parties souterraines	3,5 ± 2,7	2 ± 1,5	3,5 ± 1	810 ± 105	< 4,6	0,5 ± 0,2						
• Renoncules	3,0 ± 0,9	7,0 ± 1,0	5,7 ± 0,9	1 040 ± 96	23,7 ± 3	3 ± 0,5						
Nogent - Janvier 1981												
• Fontinale	< 30,3	7,1 ± 4,1	10,3 ± 6,1	345 ± 71	101 ± 13	2,5 ± 0,6	32,6 ± 4,4	38,5 ± 5,2	38,5 ± 5,2	28,5 ± 5,2	22,2 ± 10,4	
La Motte-lilly - Juillet 1981												
• Cératophylle	5,1 ± 1	3,1 ± 2	5,1 ± 1	2 160 ± 155	30 ± 3,1	1,7 ± 0,4	30,6 ± 10,4	18,5 ± 1	1,8 ± 0,2	10,4 ± 1	< 0,4	2,4 ± 0,2
• Fontinale	24 ± 5,2	17,0 ± 10	12,0 ± 5	345 ± 115	116 ± 14	3,0 ± 2,6	94 ± 2,6	74 ± 7,6	11,5 ± 2,6	38 ± 6,3	94 ± 15,6	< 1,3
• Myricophylle	7,2 ± 5,4	10,1 ± 8,9	5,4 ± 1,9	875 ± 270	44,8 ± 5,4	2,5 ± 0,8	21,4 ± 3,6	30,3 ± 3,7	< 0,4	14,4 ± 1,9	< 10,8	< 0,9
• Renoncule	5,4 ± 1,3	2,6 ± 2,6	6,5 ± 2,6	2 750 ± 255	26,8 ± 3,9	1,8 ± 0,5	20 ± 2,6	23,1 ± 1,3	3 ± 0,5	11,5 ± 2,6	20,42 ± 2,6	2,2 ± 0,3

Six autres radionucléides artificiels ont été trouvés seulement dans les végétaux prélevés en janvier et juillet 1981, après l'explosion chinoise du 16 octobre 1980 ; le niveau d'activité maximal est de $94 \pm 15,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$ sec pour le $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ dans le cas de la Fontinale prélevée en juillet 1981. La Fontinale (mousse aquatique) semble être un meilleur radioindicateur que les autres végétaux.

2.4. LES POISSONS

Les pêches ont été réalisées en même temps que la récolte des végétaux, les lieux et les dates de prélèvements sont portés sur la carte n° 1. On a capturé le barbeau, la brème commune, la brème bordelière, le brochet, le chevesne, le gardon, la lotte, la perche commune, le sandre et la tanche.

2.4.1. Mesure du strontium 90 par radiochimie

Neuf mesures du strontium ont été effectuées. Dans tous les cas les valeurs sont inférieures ou égales à $0,6 \text{ Bq.kg}^{-1}$ frais. Ces résultats témoignent de la faiblesse actuelle des retombées en strontium 90.

2.4.2. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li

Le tableau n° 6 résume les résultats relatifs aux mesures effectuées sur les poissons entiers.

Tableau n° 6

ACTIVITES NATURELLE ET ARTIFICIELLE DES POISSONS PECHES SUR LE SITE DE NOGENT SUR SEINE EN 1980 ET 1981

Résultats en Bq.kg^{-1} frais

CAMPAGNE DE PECHE	ACTIVITE NATURELLE					ACTIVITE ARTIFICIELLE ^{137}Cs	
	$^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Pa}$	^{226}Ra	$^{232}\text{Th} \rightarrow ^{228}\text{Ac}$	^{40}K			
Aval immédiat du site Août 1980	0 - 1,5	0 - 1,1	0 - 0,4	53-140	(1) 80	0,03-0,61	(2) 3/5
La Motte Villy Août 1980	-	0,5- 3,2	-	62-100	79	0-0,90	2/4
La Motte Villy Janvier 1981	0,1 - 1,3	0 - 0,5	-	60-100	79	0,03-0,25	2/2
La Motte Villy Juillet 1981	0 - 6	0 - 7,2	-	71-151	112	0-0,75	3/3

(1) Moyenne des valeurs

(2) Nombre de mesures significatives

. L'activité naturelle

Le potassium 40 est le radionucléide qui, pris individuellement, présente le niveau d'activité maximal ; la moyenne des valeurs pour des poissons mesurés entiers est d'environ 80 Bq.kg^{-1} frais. Les autres radionucléides naturels ont des niveaux d'activité très faibles. Le béryllium 7 n'est pas décelé chez les poissons, ce qui est habituel.

. L'activité artificielle

Elle est due uniquement au césium 137. Il est présent dans les poissons entiers à des teneurs significatives dans 10 cas ; la moyenne de ces 10 valeurs est d'environ $0,15 \text{ Bq.kg}^{-1}$ frais. Cette moyenne est faible car le site de NOGENT SUR SEINE n'est soumis qu'aux seules retombées atmosphériques. Pour les parties consommées on ne constate pas de différences significatives entre eux.

On constate que les végétaux sont beaucoup plus "marqués" que les poissons, en effet on décèle 7 radionucléides artificiels alors que pour les poissons on n'en trouve qu'un seul. Les végétaux sont de meilleurs radioindicateurs que les poissons puisqu'ils ont "enregistrés" l'explosion d'octobre 1980.

CHAPITRE 3

LE DOMAINE TERRESTRE

La campagne de prélèvements s'est déroulée sur une période d'un an, de septembre 1981 à août 1982. Le choix des stations a été motivé par divers paramètres : observations météorologiques, géologie, hydrogéologie, hydrologie... La carte n° 2 et le tableau n° 7 résument les principaux prélèvements et mesures effectués. La partie concernée par l'écosystème terrestre va de MONTEREAU à COURTAVANT.

3.1. LES EAUX

3.1.1. Les eaux de pluie

Les prélèvements se font mensuellement aux stations de COURTAVANT, La SAULSOTTE et le MERIOT. Compte tenu de la direction - Sud Ouest - des vents dominants la station de COURTAVANT pouvait être influencée par les rejets atmosphériques de la centrale.

3.1.1.1. Les mesures β total (1) et α

Les mesures portent sur l'eau brute et l'eau filtrée. On note une augmentation de l'activité β total dans les trois stations entre le 07.07.1982 et le 25.08.1982, avec une valeur maximale de 800 mBq.l^{-1} à COURTAVANT du 29.07. au 25.08.1982, et la station de COURTAVANT du 09.04.1982 au 11.05.1982 et à la station de la SAULSOTTE du 11.05.1982 au 11.06.1982.

L'activité α est toujours inférieure ou égale à la limite de détection soit 111 mBq.l^{-1} .

(1) Les mesures " β total" non sélectives ont une valeur indicative et ne doivent de ce fait être comparées qu'avec prudence, avec les mesures sélectives quantitatives.

Tableau n° 7

PRELEVEMENTS ET MESURES EFFECTUEES DANS LE DOMAINE TERRESTRE

PRELEVEMENTS	LIEUX	MESURES ET ANALYSES	NOMBRE DE MESURES	DATES	PERIODICITE
Eaux de pluie	Courtavant Le Nériot La Saulsette	Pluviométrie, pH, S total et α sur eau brute et eau filtrée, ^{34}S S total sur résidu de filtration γ Co-Li	35 de chaque 2 22	du 09.09.81 au 25.08.82	Mensuelle
Eaux de boisson	Notte-Filly Le Nériot Noyen et Villiers Montreuil	pH, résistivité, température, cations majeurs, S total et α sur eau brute et eau filtrée, ^{34}S , ^{90}Sr , γ Co-Li Eléments totaux, S total sur résidu de filtration	23 de chaque 6,6	du 11.09.81 au 08.07.82	Bimestrielle (pour les éléments totaux 2 fois par an)
Eaux d'irrigation	Les Thurets à Villiers	Idem que pour les 23 mesures de l'eau de boisson	5	du 11.09.81 au 25.08.82	5 prélèvements dans l'année
Herbe et fromage	Courtavant Le Nériot La Saulsette	Calcium et potassium S total, ^{90}Sr , γ Co-Li	21 de chaque	du 11.09.81 au 09.07.82	Bimestrielle
<u>Végétaux cultivés</u> • Maïs • Betteraves	Les Thurets à Villiers Athis	Calcium et potassium S total, ^{90}Sr , γ Co-Li	4 de chaque	11.09.81	Annuelle
<u>Légumes</u> • Endives • Cornichons • Laitues • Tomates • Carottes	Villiers Le Nériot Bray sur Seine	Calcium et potassium S total, ^{90}Sr , γ Co-Li	5 de chaque	14.01.82 09.07.82	Annuelle
Le Lait	Courtavant Le Nériot La Saulsette	Calcium et potassium S total, ^{34}S , ^{90}Sr , γ Co-Li	18 de chaque	du 11.09.81 au 09.07.82	Bimestrielle
<u>Produits transformés</u> • Fromage • Sucre • Malt	Grisy sur Seine Bray sur Seine Nogent	Calcium et potassium S total, ^{90}Sr , γ Co-Li	4, 4 2, 2, 4	12.03.82 14.05.82	Annuelle
<u>Les sols</u> • de betterave • de maïs • maraîchers • de pâturage	Villiers (RG) Villiers (RD) Villiers Bray sur Seine Le Nériot Courtavant	Densité ^{90}Sr , ^{90}Y γ Co-Li Analyse totale Granulométrie	6 de chaque	12.09.81 12.09.81 11.03.82 08.07.82 11.03.82 25.08.82	Annuelle

3.1.1.2. La mesure du tritium

Les mesures sont inférieures aux limites de détection soit 11 Bq.l⁻¹.

3.1.1.3. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li

Parmi les radionucléides naturels, le béryllium 7 d'origine cosmique domine, les valeurs significatives (17 sur 22) sont comprises entre $0,5 \pm 0,1$ et $3\,600 \pm 300$ mBq.l⁻¹. Les autres radionucléides naturels ne sont décelés que très rarement et à de très faibles valeurs.

Le ¹³⁷Cs a été décelé 12 fois avec des valeurs significatives ; les valeurs sont comprises entre 0 et 18 mBq.l⁻¹.

Le ¹⁴⁴Ce + ¹⁴⁴Pr a été trouvé deux fois seulement avec des valeurs de 24 ± 6 mBq.l⁻¹ à la station Le MERIOT et 26 ± 6 mBq.l⁻¹ à la station La SAULSOTTE.

3.1.2. Les eaux de boisson et d'irrigation

Les prélèvements se font de façon bimestrielle à La MOTTE TILLY, Le MERIOT, NOYEN, VILLIERS et MONTEREAU.

3.1.2.1. La chimie des eaux

Le tableau n° 8 nous donne la moyenne annuelle des cations dans les eaux.

Tableau n° 8
MOYENNE ANNUELLE DES CATIONS
DANS DES EAUX DE BOISSONS ET D'IRRIGATION

LIEUX DE PRELEVEMENTS		NOMBRE DE PRELEVEMENTS	Ca ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺
eau de boisson	Le Mériot	6	110,16	11,68	8,59	3,35
	La Motte Tilly	6	91,94	8,37	7,18	2,81
	Noyen	6	86,42	4,62	1,50	3,46
	Montereau	5	116,10	7,79	1,20	4,28
eau d'irri- gation	Villiers	5	89,58	5,21	0,89	2,63

Ce sont les captages de MONTEREAU et Le MERIOT qui sont les plus chargés en cations, ils sont alimentés par la nappe des coteaux crayeux. Les captages de NOYEN et de VILLIERS sont par contre les moins chargés. L'alimentation par la nappe alluviale doit être, dans ce cas, plus importante ce qui confirme la vulnérabilité de ces captages.

3.1.2.2. Les mesures β total et α

Pour l'activité β total les niveaux obtenus sont souvent inférieurs au seuil de détection, sauf dans le cas des captages de Le MERIOT où l'activité maximale pour l'eau brute est de 465 mBq.l^{-1} et pour La MOTTE TILLY de 390 mBq.l^{-1} ; en effet, les résultats des mesures sont liés aux teneurs en potassium des échantillons.

Les mesures α sont toutes inférieures ou égales aux limites de détection, soit 111 mBq.l^{-1} sauf à NOYEN le 08.07.1982 où on trouve 699 mBq.l^{-1} .

3.1.2.3. La mesure du tritium

Les mesures ont été faites après enrichissement, les valeurs minimales et maximales sur l'année sont les suivantes :

LE MERIOT	2 890 - 6 105	mBq.l^{-1}
LA MOTTE TILLY	2 405 - 6 695	mBq.l^{-1}
NOYEN	4 220 - 7 545	mBq.l^{-1}
MONTEREAU	3 145 - 9 210	mBq.l^{-1}
VILLIERS (irrigation)	5 030 - 20 980	mBq.l^{-1}

Les valeurs trouvées dans les eaux de nappe sont inférieures à celles trouvées dans l'eau de SEINE.

3.1.2.4. La mesure radiochimique du strontium 90

4 valeurs seulement sont significatives, 3 à VILLIERS et 1 à NOYEN; la valeur maximale étant obtenue à VILLIERS le 10.03.1982 : $11 \pm 2,2 \text{ mBq.l}^{-1}$.

3.1.2.5. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li

Le ^{40}K est le radionucléide naturel qui prédomine, bien que sa présence ne soit pas toujours mise en évidence. On note aussi quelquefois la présence d'autres radionucléides naturels de la famille de l'uranium 238 à des teneurs faibles. Le seul radionucléide artificiel décelé est le ^{137}Cs , 9 mesures représentatives sur 29 avec pour valeur maximale $8,1 \text{ mBq.l}^{-1}$ à NOYEN le 11.09.1981.

3.2. LES VEGETAUX

3.2.1. Les herbages et le fourrage

Les prélèvements sont bimestriels.

3.2.1.1. La mesure β total

La moyenne obtenue pour chaque station est peu différente de $750 \text{ mBq.g}^{-1} \text{ sec.}$ Les valeurs obtenues sont en général bien corrélées avec la teneur en potassium.

3.2.1.2. La mesure radiochimique du strontium 90

L'activité du strontium 90 est comprise entre $0,56$ et $22,9 \text{ mBq.g}^{-1} \text{ sec.}$

3.2.1.3. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li

. L'activité naturelle

Elle est due principalement au potassium 40, elle est comprise entre 74 et $1\,690 \text{ mBq.g}^{-1} \text{ sec.}$ Les autres radionucléides naturels sont quelquefois présents mais à des teneurs peu importantes ; on note aussi la présence de ^7Be dans quelques échantillons d'herbe et de luzerne.

. L'activité artificielle

L'activité d'origine artificielle est en grande partie due au ^{137}Cs ; on trouve aussi le ^{95}Nb , le $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$ et parfois le ^{95}Zr , le ^{54}Mn et le $^{106}\text{Rh} + ^{106}\text{Ru}$. Pour ces cinq radionucléides (ou couples de radionucléides) typiques des retombées atmosphériques on note deux périodes : celle, du 11.09.1981 au 11.03.1982, où ils sont encore présents après l'explosion chinoise d'octobre 1980 et celle, du 12.05.1982 au 9.07.1982, où ils ne le sont plus (tableau n° 9).

Tableau n° 9

RESULTATS DES MESURES EFFECTUEES SUR LES HERBAGES ET LE FOURRAGE
PRELEVES SUR LE SITE DE NOGENT SUR SEINE

Résultats en $\text{mBq} \cdot \text{g}^{-1} \text{ sec}$

DATES DES PRELEVEMENTS	MESURES PRODUITS	RADIONUCLÉIDES NATURELS					RADIONUCLÉIDES ARTIFICIELS					
		^{238}U + ^{234}Pa	^{226}Ra	^{232}Th + ^{228}Ac	^{40}K	^7Be	^{137}Cs	^{95}Zr	^{95}Nb	^{106}Rh + ^{106}Ru	^{54}Mn	^{144}Ce + ^{144}Pr
DU 11.09.1981 AU 11.03.1982	-Betteraves pulpe											
	-Foin	0-70	0-112	0-160	140-1 690	0-330	0,1-50,4	10,5-16,1	1,9-32,1	9,66-18,16	1,1-2,3	6,28-91
	-Herbe											
	-Herbe ensilage	6/14 (1)	6/14	4/14		3/14	10/14	1/14	3/14	1/14	1/14	9/14
	-Luzerne											
	-Maïs ensilage											
DU 12.05.1982 AU 09.07.1982	-Betteraves pulpe	0-15,4	-	-	74-1 632	35,1-198	0-5,74	-	-	-	-	-
	-Foin	2/7				3/7	5/7					
	-Herbe											

(1) Nombre de mesures significatives.

Pour le ^{137}Cs les valeurs limites trouvées vont de 0 à 50,4 mBq.g^{-1} sec.

3.2.2. Les végétaux cultivés et les légumes

Ce paragraphe concerne d'une part le maïs et les betteraves et d'autre part les endives, cornichons, laitues, tomates et carottes.

3.2.2.1. La mesure β total

Les valeurs s'échelonnent de 35 à 545 mBq.g^{-1} sec dans le premier cas et de 648 à 2 198 mBq.g^{-1} sec dans le deuxième cas.

3.2.2.2. La mesure radiochimique du strontium 90

La valeur obtenue pour les racines de betteraves est de $1,5 \pm 0,2 \text{ mBq.g}^{-1}$ sec ; les teneurs représentatives pour les légumes sont réparties entre 2,55 (endives) et 22,8 mBq.g^{-1} sec (carottes). Pour le maïs, fourrage ou grains, les valeurs trouvées sont inférieures au seuil de détection.

3.2.2.3. La mesure γ par spectrométrie Ge-Li

Nous avons résumé les résultats dans le tableau n° 10. Les teneurs en ^{137}Cs sont identiques. Le ^7Be est en plus grande quantité dans les laitues. Nous constatons dans les végétaux cultivés prélevés en septembre 1981, la présence du ^{95}Zr , ^{95}Nb , ^{125}Sb et $^{144}\text{Pr} + ^{144}\text{Ce}$, alors que les légumes prélevés en 1982 ne sont plus marqués.

3.3. LE LAIT

Les prélèvements ont été faits tous les deux mois, dans les mêmes stations que l'eau de pluie ; les principaux résultats sont portés dans le tableau n° 11.

Tableau n° 10

RESULTATS DES MESURES EFFECTUEES SUR LES VEGETAUX CULTIVES
ET LES LEGUMES PRELEVES SUR LE SITE DE NOGENT SUR SEINE

Résultats en $\text{mBq} \cdot \text{g}^{-1} \text{ sec}$

MESURES PRODUITS	RADIONUCLÉIDES NATURELS					RADIONUCLÉIDES ARTIFICIELS				
	$^{238}\text{U} \rightarrow ^{234}\text{Pa}$	^{226}Ra	^{40}K	^7Be	^{137}Cs	^{95}Zr	^{95}Nb	^{125}Sb	$^{144}\text{Pr} + ^{144}\text{Ce}$	
<u>Végétaux cultivés</u>										
. Betteraves racines										
. Betteraves feuilles										
. Maïs grains	0 - 2,6	0 - 7,8	85 - 4 270	12,3 - 160	0 - 7	0,15-6	9,8 - 14,6	1,3-2,3	25,4 - 47,4	
. Maïs fourrage		2/4 (1)		2/4		2/4	2/4	1/4	2/4	
<u>Légumes</u>										
. Endives										
. Cornichons										
. Laitues	4,5-13,5	12,6-27	768 - 5 180	148 - 228	0 - 7,9	-	-	-	-	
. Tomates	1/5	1/5		1/5	4/5					
. Carottes										

(1) Nombre de mesures significatives.

Tableau n° 11

RESULTATS OBTENUS SUR LE LAIT
DANS TROIS STATIONS DE PRELEVEMENTS
SUR LE SITE DE NOGENT SUR SEINE

Résultats en mBq.l^{-1}

LIEU DE PRELEVEMENT	β TOTAL	^{90}Sr	^{40}K	^{137}Cs
Courtavant	$(4,1-5,2)10^4$	58 -195	$(3,6-6,6)10^4$	7-203
La Saulsotte	$(4,8-5,4)10^4$	54,4-129,1 3/6(1)	$(4,2-6,9)10^4$	1-189 5/6
Le Mériot	$(3,1-3,9)10^4$	36,3-157 5/6	$(2,5-5,7)10^4$	7-140 3/6

(1) Nombre de mesures significatives

Seul le ^{40}K a été décelé dans le cadre de la radioactivité naturelle ; la radioactivité d'origine artificielle n'est due qu'au ^{137}Cs . Le tritium n'est pas décelé.

3.4. LES PRODUITS TRANSFORMES

Les principaux résultats sont résumés dans le tableau n° 12.

Tableau n° 12

RESULTATS OBTENUS SUR LES PRODUITS TRANSFORMES
SUR LE SITE DE NOGENT SUR SEINE

NATURE	UNITE UTILISEE	β TOTAL	^{226}Ra	^{40}K	^{137}Cs
Fromage	mBq.kg^{-1} frais	8 140	-	$(1,9 \pm 0,04)10^4$	56 $\pm$ 49
Sucre	mBq.g^{-1}	-	-	3 ± 3 (1) 1 2	1,2 $\pm$ 0,7 1 2
Malt	mBq.g^{-1} sec	9,3	549 $\pm$ 81	-	3,6 $\pm$ 1,35

(1) Nombre de mesures significatives

Toutes les valeurs pour la mesure du ^{90}Sr sont inférieures ou égales aux limites de détection.

3.5. LES SOLS

Les mesures ont porté sur deux sols de paturage, deux sols de grande culture, deux sols maraîchers. Le tableau n° 13 présente les résultats.

Tableau n° 13

RESULTATS OBTENUS SUR DES SOLS PRELEVES
SUR LE "SITE" DE NOGENT SUR SEINE
DE SEPTEMBRE 1981 A AOUT 1982

Résultats en $\text{Bq.kg}^{-1}\text{sec}$

MESURES TYPE DE SOLS	$^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$	$^{238}\text{U} + ^{234}\text{Pa}$	^{226}Ra	$^{232}\text{Th} + ^{228}\text{Ac}$	^{40}K	^{137}Cs
Grande culture	3,8 - 6,4	11,1 - 55,5	11,1 - 59,2	14,8 - 44,4	148 - 296	10,8 - 16,6
Pâturage	7,5 - 11	9 - 31	15 - 47	18 - 36	140 - 260	6 - 21
Maraîcher	6,3 - 9,9	21 - 31	-	14 - 21	150 - 320	0,6 - 13

On met en évidence la plupart des radionucléides d'origine naturelle et le césium 137 est le seul artificiel décelé. On ne constate pas de différence significative entre ces trois sols.

CHAPITRE 4

LE RAYONNEMENT γ AMBIANT

Les limites de la zone d'investigation du γ ambiant sont portées sur la carte n° 2.

La campagne de mesures a eu lieu en octobre 1981, dans un rayon de 20 km autour de la centrale. L'ensemble de la chaîne des mesures est installé dans un véhicule laboratoire ; les mesures sont effectuées en continu sur les routes et région concernées. Le détecteur est constitué d'une chambre d'ionisation du type à gaz pressurisé (type RSS 111) afin d'atteindre la sensibilité souhaitée.

Dans l'ensemble de la région étudiée les débits de dose observés sont compris entre 53 et 126 nGy.h⁻¹, les valeurs supérieures à 100 nGy.h⁻¹ n'apparaissent que sur certains axes routiers. On ne constate pas de différences entre les zones urbaines et les autres.

Les analyses γ par spectrométrie Ge-Li ont permis de mettre en évidence la présence des familles de l'uranium 238 (dont le radium 226) et du thorium 232, du potassium 40 et du césium 137 dans tous les échantillons.

CHAPITRE 5

CONCLUSION

L'objectif de l'étude radioécologique du site de NOGENT SUR SEINE est de définir l'état actuel de l'activité des différents échantillons des domaines aquatique et terrestre ainsi que le gamma ambiant afin d'obtenir un état de référence du site. Cette radioactivité est le cumul de l'activité d'origine naturelle et celle d'origine artificielle qui ne peut-être, dans ce cas précis, que due aux retombées des tirs atomiques aériens.

Quelque soit le compartiment étudié l'activité naturelle provient pour la plus grande part du potassium 40, ce qui revient à dire que les niveaux d'activité obtenus sont corrélés aux teneurs en potassium stable des échantillons. Les familles de l'uranium 238, dont le radium 226, et du thorium 232 sont parfois décelées à des niveaux beaucoup plus faibles. Compte tenu que ces familles présentent la particularité d'avoir 13 et 10 descendants, respectivement, elles atteignent parfois des niveaux non négligeables. Le cas du béryllium 7 est particulier car il est d'origine cosmique ; on le rencontre d'ailleurs dans des échantillons largement en contact avec l'atmosphère - végétaux semi-aquatiques, maïs fourrage, feuilles de betteraves, laitues.

L'activité artificielle est toujours due aux retombées ; on peut la séparer en deux groupes :

- celui ayant essentiellement les anciennes explosions aériennes pour origine

Dans cette catégorie il y a avant tout le césium 137 présent dans les sédiments vaseux, les végétaux semi-aquatiques et aquatiques, les poissons, les herbages et fourrages, les légumes, le maïs et les betteraves, le lait et les sols.

Le strontium 90 est nettement moins souvent présent ; on le trouve cependant dans les fourrages et herbages, les légumes et les betteraves, le lait et les sols.

Le cas du tritium est un peu différent car il n'a pas été mesuré partout, on l'a décelé dans quasiment toutes les eaux de SEINE, d'irrigation et de boissons, de plus pour les eaux de SEINE on constate que les niveaux atteints sont supérieurs à ceux enregistrés dans les autres fleuves français.

- celui ayant la dernière explosion d'octobre 1980 pour origine

Il s'agit, par ordre de présence décroissante, du $^{144}\text{Ce} + ^{144}\text{Pr}$ et du ^{95}Nb présents dans les vases de la SEINE, les végétaux aquatiques et les végétaux cultivés (herbages - fourrage - betteraves - maïs fourrage), puis du $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$ et du ^{95}Zr présents dans les végétaux aquatiques et certains végétaux cultivés (maïs fourrage, luzerne) et enfin du ^{103}Ru uniquement décelé chez les végétaux aquatiques. Globalement on constate que cette liste peut être corrélée avec les périodes physiques de ces radionucléides.

Ces principales observations et en particulier la dernière nous permettent de proposer la récolte de certains échantillons dans le but de suivre l'évolution du niveau de l'activité d'origine artificielle de l'environnement en relation avec le fonctionnement de la centrale. Il pourrait s'agir d'un sédiment vaseux et d'un végétal aquatique comme la mousse pour le milieu aquatique et l'herbe pour le milieu terrestre. Indirectement on suivrait également le milieu terrestre en s'intéressant aux captages de NOYEN et de VILLIERS dont il a été démontré qu'ils étaient plus sensibles aux influences extérieures et en particulier à celle de l'eau du fleuve donc de rejets.