

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE
Institut de Protection et de Sûreté Nucléaire
Département d'Etudes et de Recherches en Sécurité
Service d'Etudes et de Recherches sur l'Environnement

EXEMPLAIRE
DEFINITIF

Oct et 1985

(1)

ETUDE COMPLEMENTAIRE DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE DE NOGENT s/SEINE

LABORATOIRE D'ETUDES D'IMPACTS
LABORATOIRE DE RADIOECOLOGIE DES EAUX CONTINENTALES

Etude faite à la demande
d'Electricité de France
Région d'Equipement de Paris
Contrat CEA V 1752 0120

Juillet 1987

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

ETUDE COMPLEMENTAIRE DE L'ENVIRONNEMENT
DU SITE DE NOGENT S/ SEINE

L. OTTAVI

B. DESCAMPS

PLAN DU RAPPORT

1. MOTIVATION DE L'ETUDE
2. METHODOLOGIE ET TYPES D'ANALYSES RETENUS
3. NATURE ET LIEUX DES PRELEVEMENTS
4. DEROULEMENT DE L'INTERVENTION
5. RESULTATS OBTENUS EN FONCTION DES TYPES D'ANALYSE
 - 5.1 Domaine terrestre
 - 5.2 Domaine aquatique
6. CONCLUSIONS

3. NATURE ET LIEUX DES PRELEVEMENTS

Le tableau ci-après résume les types et lieux des prélèvements.

NATURE DU PRELEVEMENT	LIEU	NOMBRE D'ECHANTILLONS
Eau de boisson ou d'irrigation	Captages de la MOTTE-TILLY, LE MERIOT et NOYEN-VILLIERS	3
Eau du fleuve*	Un prélèvement de 100 l environ en aval des futurs rejets	3 cartouches
Lait de ferme	Environs du site (LA SAULSOTTE COURTAVANT)	2
Herbe	Idem	2
Sols	Un sol de grande culture, un sol de prairie	2
Légumes	BRAY S/SEINE (irrigation)	3
Maïs	VILLIERS S/SEINE	1
Betteraves	Idem	1
Sédiments	Entre le site et NOGENT S/SEINE	3
Végétaux aquatiques	Idem	3
Poissons (3 espèces)	Une pêche a été organisée, avec le concours des organismes officiels, entre le site et NOGENT S/SEINE	3

TOTAL 26

* Le prélèvement a été fait à l'aide d'un appareil portatif comportant trois cartouches : filtre (M.E.S.), résines anioniques et cationiques.

4. DEROULEMENT DES INTERVENTIONS

Deux campagnes dans les domaines terrestre et aquatique ont eu lieu du 20 au 24 Octobre et du 3 au 7 Novembre 1986*.

Ces interventions ont été suivies d'une mise en forme des échantillons en laboratoire, de comptages γ Geli et β du strontium 90, après extraction.

Comme convenu les résultats des comptages gamma ont été transmis le 1er Décembre sous forme de tableaux comparatifs officiels à E.D.F./S.E.I.

5. RESULTATS OBTENUS EN FONCTION DES TYPES D'ANALYSES

Les tableaux ci-joints comprennent les résultats avant et après les retombées de l'accident.

Parmi les éléments naturels, seul le potassium 40 a été pris en compte, par souci de simplification.

Les commentaires ci-après concernent uniquement l'évolution de la radioactivité d'origine artificielle.

5.1 Le domaine terrestre (se référer aux tableaux n° 1 et 2)

5.1.2 L'eau de boisson

Trois captages situés dans la nappe alluviale de la Seine et pouvant présenter certains caractères de vulnérabilité avaient été choisis lors de la première étude. Ces derniers ont fait l'objet de nouveaux prélèvements :

* Dans le cadre de cette étude une pêche a été organisée avec le concours du Conseil Supérieur de la Pêche (délégation de METZ).

- Le captage de LE MERIOT qui est situé en rive droite de la Seine à 7 km de la centrale. Par rapport à la précédente étude un léger transfert a bien eu lieu, avec la présence de ^{137}Cs et ^{134}Cs *.
- Les captages de la MOTTE-TILLY et NOYEN-VILLIERS situés respectivement en rive gauche du fleuve et à 8 et 14 km des futurs rejets.

Les nouveaux prélèvements n'ont pas accusé de hausse, les valeurs observées en spectrométrie γ sont inférieures aux limites de détection.

Mêmes remarques pour les teneurs en ^{90}Sr .

5.1.3 Le lait

Les deux fermes choisies sont situées au Nord-Est de la centrale à COURTAVANT et au Nord-Ouest de celle-ci à la SAULSOTTE. Une augmentation en ^{137}Cs est observable, en particulier dans le prélèvement de la SAULSOTTE ($13 \pm 1 \text{ Bq.l}^{-1}$). A cela il faut ajouter la présence de ^{134}Cs absent en 1982.

Cette augmentation est due en partie au transfert foin-lait, les animaux étant nourris à l'étable à cette époque (paragraphe suivant). Il est bon de préciser que les teneurs en ^{90}Sr n'ont pas varié.

* Le ^{134}Cs , d'une période de 2,2 ans, est absent des retombées des explosions nucléaires aériennes.

5.1.4 L'herbe, la luzerne, le foin

L'augmentation observée dans l'herbe et la luzerne est faible*, il faut noter que de nombreuses coupes ont été faites depuis le mois de mai ce qui a eu pour effet de diminuer l'activité initiale.

Par contre le foin de COURTAVANT dont la récolte date du mois de juin présente une activité plus élevée en ^{137}Cs et ^{134}Cs (respectivement 47 ± 9 et $26 \pm 10 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$). Les valeurs en ^{90}Sr n'ont pas évolué.

5.1.5 Les légumes et les betteraves

Aucune élévation notable de la radioactivité d'origine artificielle n'est observable dans les derniers prélèvements.

5.1.6 Les mousses arboricoles

Les mousses ont été recueillies lors des deux études dans la forêt de la MOTTE-TILLY. Ce type de végétal est un excellent bio-indicateur du niveau de la radioactivité d'origine artificielle.

Une très nette élévation des teneurs en ^{137}Cs est observable ($900 \pm 45 \text{ Bq.Kg}^{-1} \text{ sec}$) à laquelle il convient d'ajouter le ^{134}Cs ($385 \pm 30 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$), le $^{106}\text{Rh} + ^{106}\text{Ru}$, et le $^{103}\text{Ru}^{**}$.

5.1.7 Les sols

Deux sols ont été choisis :

- un sol de prairie à COURTAVANT au N.E.,
- un sol de grande culture (maïs irrigué) à VILLIERS en aval du site.

* Des traces de $^{106}\text{Rh} + ^{106}\text{Ru}$, d'une période d'un an, (provenant du reliquat de l'explosion nucléaire aérienne chinoise de 1980) avaient été décelées dans la luzerne en 1982.

** ^{103}Ru d'une période de 40 jours

Une légère augmentation des valeurs en ^{137}Cs est observable, avec en plus, dans le sol de VILLIERS, les radionucléides suivants : ^{134}Cs , ^{106}Rh , ^{106}Ru et ^{103}Ru .

5.2 Le domaine aquatique

Le domaine aquatique concerne l'eau (matières en suspension et fraction dissoute), les sédiments, les végétaux et les poissons. Tous ces prélèvements ont été réalisés dans la semaine du 3 au 7 Novembre 1986 entre la centrale et NOGENT sur SEINE. Pour les résultats on se référera aux tableaux 3 (eau et sédiments) et 4 (végétaux et poissons).

- Activité d'origine naturelle

Les niveaux d'activité obtenus pour le potassium 40 sont du même ordre de grandeur en 1986 qu'en 1981 et ceci dans les quatre compartiments. On retiendra les valeurs suivantes pour l'année 1986 :

Eau (fraction dissoute) $126 \pm 64 \cdot 10^{-3} \text{ Bq.l}^{-1}$

Sédiments	$36,5 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$	moyenne de deux sables
	$230 \pm 40 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$	vase

Végétaux	$600 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$	moyenne de trois végétaux
----------	--------------------------------------	---------------------------

Poissons	$90 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ frais}$	moyenne de trois poissons
----------	---------------------------------------	---------------------------

- Activité d'origine artificielle

Pour le strontium 90, émetteur β , les résultats sont sous la forme inférieur ou égal au seuil de détection pour l'eau ($\leq 1 \cdot 10^{-3} \text{ Bq.l}^{-1}$), pour deux sédiments sur trois ($\leq 2 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) et pour également deux poissons sur trois ($\leq 0,3 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ frais}$). Les valeurs significatives (1 sédiment, 1 poisson et trois végétaux) ne permettent pas de dire qu'il y ait marquage par l'accident de Tchernobyl.

Il y a par contre marquage pour le césium 137 dans les quatre compartiments. Pour l'eau, alors qu'il est absent en 1981, il est en 1986 recensé à la fois dans les matières en suspension et dans la fraction dissoute ; globalement on obtient une valeur de $9,6 \cdot 10^{-3} \text{ Bq.l}^{-1}$. Pour les sédiments, en tenant compte de leurs granulométries respectives, on observe un marquage pour les sables (moyenne de $7,5 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ en 1986 et 1,2 en 1981) et pour la vase ($69 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ en 1986 contre 6 en 1981). Pour les végétaux le facteur multiplicatif est de 12 pour la Fontinale, une mousse aquatique, et de 5 pour la myriophylle. Pour les poissons on obtient en 1986 une moyenne de l'ordre de 4 Bq.kg^{-1} frais alors que la seule valeur significative en 1981 était de 0,1.

Le césium 134, absent en 1981, est présent dans l'eau ($2,7 \cdot 10^{-3} \text{ Bq.l}^{-1}$), dans les sédiments ($3,3 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$ pour les sables et 26 pour la vase), dans les végétaux ($10,6 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) et dans les poissons ($1,7 \text{ Bq.kg}^{-1}$ frais). Le césium 134 est caractéristique de l'accident de Tchernobyl car il n'a jamais été décelé après une explosion nucléaire aérienne. Le rapport des concentrations entre le césium 137 et le césium 134 va de 3,4 pour l'eau à 2,35 pour les poissons.

Le couple ruthénium 106 + rhodium 106 est présent en 1986 et 1981 à des concentrations comparables dans la Fontinale (de l'ordre de $95 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$). On peut cependant parler de marquage par Tchernobyl pour ce couple de radionucléides car sa présence en 1981 n'était dû qu'à l'explosion nucléaire du mois d'Octobre 1980.

Le ruthénium 103 est présent dans la vase de novembre 1986 ($5 \text{ Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$) ; il trouve son origine dans les retombées de Tchernobyl.

6. CONCLUSIONS

Un nouvel état de référence radiologique de l'environnement du site de NOGENT SUR SEINE a été réalisé dans les milieux terrestre et aquatique suite à deux campagnes limitées de prélèvements.

Les résultats confirment, pour la radioactivité d'origine naturelle (il s'agit essentiellement du potassium 40), les niveaux d'activités obtenus lors de l'étude complète précédente.

Une légère augmentation des niveaux de la radioactivité d'origine artificielle est constatée pour le césium 137, le ruthénium 103 et le couple rhodium 106-ruthénium 106. On note en même temps, l'apparition du césium 134, absent lors des prélèvements précédents. Cette hausse est imputable aux retombées de l'accident de la centrale nucléaire de Tchernobyl.

En résumé, les radionucléides suivants ont été décelés en fonction des prélèvements effectués lors de cette campagne.

- ^{137}Cs : Dans tous les prélèvements.
- ^{134}Cs : Eau de boisson, eau de rivière, lait, herbe, foin, maïs, sédiments aquatiques et sols, végétaux aquatiques et poissons.
- $^{106}\text{Ru} + ^{106}\text{Rh}$: Mousses terrestres et aquatiques. Sols.
- ^{103}Ru : Mousses terrestres, herbe, sédiments aquatiques et sols.

LES TABLEAUX DE MESURE

SITE DE NOGENT SUR SEINE

ECOSYSTEME TERRESTRE

Eau : 10^{-3} Becquerel.litre $^{-1}$ Lait : Becquerel.litre $^{-1}$

TABLEAU N°1

1ère CAMPAGNE 1981 - 1982										2ème CAMPAGNE 1986					
NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ GeLi					90Sr (radio- chimie)	NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ GeLi					90Sr (radio- chimie)		
	40K	137Cs	134Cs	106Rh+Ru	103Ru			40K	137Cs	134Cs	106Rh	103Ru			
Eau de boisson (LE MERIOT)	120 $\pm$ 80	3 $\pm$ 3	-	-	-	$\leq$ 3	Eau de boisson (LE MERIOT)	140 $\pm$ 80	9 $\pm$ 5	3 $\pm$ 1	-	-	10^{-3} Bq.l ⁻¹		
Eau de boisson (LA MOTTE- TILLY)	180 $\pm$ 80	$\leq$ 5	-	-	-	$\leq$ 3	Eau de boisson (LA MOTTE- TILLY)	40 $\pm$ 40	$\leq$ 7	$\leq$ 6	-	-	$\leq$ 1		
Eau de boisson (MOYEN- VILLIERS)	-	$\leq$ 11	-	-	-	$\leq$ 3	Eau boisson (MOYEN- VILLIERS)	80 $\pm$ 60	$\leq$ 7	$\leq$ 6	-	-	$\leq$ 1		
Lait de ferme (COURTAVANT)	41 $\pm$ 6	0,08 $\pm$ 0,03	-	-	-	0,130 $\pm$ 0,040	Lait de ferme (COURTAVANT)	45 $\pm$ 6	17 $\pm$ 1	7,7 $\pm$ 0,7	-	-	Bq.l ⁻¹ 0,065 $\pm$ 0,016		
Lait de ferme (LA SAULSOTTE)	54 $\pm$ 6	0,03 $\pm$ 0,02	-	-	-	0,085 $\pm$ 0,022	Lait de ferme (LA SAULSOTTE)	50 $\pm$ 1	13 $\pm$ 1	5,3 $\pm$ 0,5	-	-	0,050 $\pm$ 0,010		

- : radionucléide non détecté

SITE DE NOGENT SUR SEINE

ECOSYSTEME TERRESTRE

Becquerel.kg⁻¹ sec

TABLEAU N° 2

1ère CAMPAGNE 1981 - 1982						2ème CAMPAGNE 1986							
NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ Geli					90Sr (radio- chimie)	NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ Geli					90Sr (radio- chimie)
	40K	137Cs	134Cs	106Rh*	103Ru			40K	137Cs	134Cs	106Rh*	103Ru	
Herbe (LA SAULSOTTE)	1450 ± 250	≤ 4	-	-	-	6 ± 1	Herbe (LA SAULSOTTE)	1400 ± 300	13 ± 4	7 ± 1	-	2 ± 1	2 ± 0,4
Luzerne (LA SAULSOTTE)	1160 ± 180	≤ 1	-	7 ± 2**	-	6 ± 1	Luzerne (LA SAULSOTTE)	1200 ± 200	6 ± 2	3 ± 1	-	-	7 ± 1
Foin (COURTAVANT)	1100 ± 200	3 ± 2	-	-	-	15 ± 1	Foin (COURTAVANT)	1000 ± 100	47 ± 9	26 ± 10	-	-	NH
Maïs grain (VILLIERS)	100 ± 20	1 ± 0,3	-	-	-	≤ 0,2	Maïs grain (VILLIERS)	120 ± 10	-	-	-	-	≤ 0,04
Maïs fourrage (VILLIERS)	670 ± 100	5 ± 1	-	-	-	≤ 2	Maïs fourrage (VILLIERS)	770 ± 80	2 ± 1	1 ± 0,1	-	-	1 ± 0,2

- Radionucléide non détecté

N.M. Non mesuré

* Pour évaluer l'expression 106_{Rh}^{106Ru} on multipliera par 2 la valeur indiquée pour le seul 106_{Rh}

** Valeur obtenue dans le prélèvement de COURTAVANT

SITE DE NOGENT SUR SEINE

ECOSYSTEME TERRESTRE

Becquerel.kg⁻¹ sec

TABLEAU N° 3

1ère CAMPAGNE 1981 - 1982						2ème CAMPAGNE 1986							
NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ GeLi					90Sr (radio- chimie)	NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ GeLi					90Sr (radio- chimie)
	40 K	137 Cs	134 Cs	106 Rh*	103 Ru			40 K	137 Cs	134 Cs	106 Rh*	103 Ru	
Betteraves (MOYEN)	660 ± 70	1 ± 0,3	-	-	-	1 ± 0,2	Betteraves (MOYEN)	160 ± 40	≤ 0,1	-	-	-	≤ 0,0
Laitues (BRAY S/SEINE)	4600 ± 600	1 ± 1	-	-	-	5 ± 1	Laitues (BRAY S/SEINE)	2400 ± 300	2 ± 1	-	-	-	3 ± 1
Carottes (BRAY S/SEINE)	900 ± 100	≤ 2	-	-	-	2 ± 0,2	Carottes (BRAY S/SEINE)	1200 ± 200	≤ 1	-	-	-	2 ± 0,4
Mousses arboricoles (LA MOTTE- TILLY)	20 ± 10	8 ± 2	-	-	-	N.M.	Mousses arboricoles (LA MOTTE- TILLY)	NM	900 ± 45	385 ± 30	280 ± 100	77 ± 12	NM
Sol de prairie (COURTAVANT)	180 ± 40	10 ± 4	-	-	-	8 ± 0,5	Sol de prairie (COURTAVANT)	200 ± 50	22 ± 5	1,8 ± 0,6	≤ 1	≤ 2	8 ± 0,6
Sol grande culture (VILLIERS)	260 ± 40	13 ± 3	-	-	-	5,5 ± 1	Sol grande culture (VILLIERS)	195 ± 20	17 ± 2	4,8 ± 0,7	2,9 ± 0,6	0,8 ± 0,1	4,0 ± 0,5

* Pour évaluer l'expression $106_{Ru} + 106_{Rh}$ on multipliera par 2 la valeur indiquée pour le seul 106_{Rh}

N.M. Non mesuré

SITE DE NOGENT SUR SEINE

ECOSYSTEME AQUATIQUE

CONCENTRATIONS DANS L'EAU ET LES SEDIMENTS

TABLEAU N° 4

1ère CAMPAGNE 1980 - 1981						2ème CAMPAGNE 1986																	
NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ GeLi					^{90}Sr (radio- chimie)	NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ GeLi					^{90}Sr (radio- chimie)										
	40K	137Cs	106Ru+ 106Rh	144Ce+ 144Pr	95Nb			40K	137Cs	134Cs	106Ru + 106Rh	103Ru											
EAU DE SEINE (10 Novembre 1981) à BEAULIEU en $10^{-3} \text{ Bq.l}^{-1}$												EAU DE SEINE (23 Octobre 1986) à BEAULIEU en $10^{-3} \text{ Bq.l}^{-1}$											
Matières en suspension(1)	-	-	-	-	-	≤ 18	Matières en suspension (1)	0,1 $\pm$ 0,4	1,3 $\pm$ 0,5	0,6 $\pm$ 0,3	-	-	-										
Ions dissous (1)	0,074 $\pm$ 0,030	-	-	-	-	-	Ions dissous (1)	126 $\pm$ 64	8,3 $\pm$ 3,3	2,1 $\pm$ 0,7	-	-	-										
Eau brute(2)	74 $\pm$ 3 ?	-	-	-	-	-	Eau brute(2)						≤ 1										
SEDIMENTS (Novembre 1981) en $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$												SEDIMENTS (5 Novembre 1986) en $\text{Bq.kg}^{-1} \text{ sec}$											
Sables - rive droite	37 $\pm$ 10	1,1 $\pm$ 0,4	-	1 $\pm$ 0,2	1,220,3	$\leq 7,4$	Sables - rive droite	50 $\pm$ 15	8 $\pm$ 1	3,6 $\pm$ 0,2	-	-	4 $\pm$ 1,4										
Sables - rive gauche	40 $\pm$ 10	1,3 $\pm$ 0,4	-	≤ 1	1,110,3	$\leq 7,4$	Sables - rive gauche	23 $\pm$ 15	7 $\pm$ 2	3 $\pm$ 0,6	-	-	≤ 2										
Vases	80 $\pm$ 20	6 $\pm$ 1	-	5,2 $\pm$ 6	≤ 1	M.M. (3)	Vases	230 $\pm$ 40	69 $\pm$ 8	26 $\pm$ 2	-	5 $\pm$ 1	≤ 2										

- (1) Passage de 100 l en continu sur Prélédiss
- (2) Prélèvement de 10 l d'eau brute
- (3) Non mesuré

SITE DE NOGENT SUR SEINE
ECOSYSTEME AQUATIQUE
CONCENTRATIONS DANS LES VEGETAUX ET LES POISSONS
TABLEAU N° 5

1ère CAMPAGNE 1980 - 1981				2ème CAMPAGNE 1986			
NATURE LIEU	SPECTROMETRIE γ Gal1				SPECTROMETRIE γ Gal1		
	40K	137Cs	144Ce+ 144Pr	106Ru+ 106Rh	103Ru	134Cs	106Ru+ 106Rh
VEGETAUX ENTRE LA CENTRALE ET LA MOTTE-TILLY (Juillet 1981) en Bq.kg ⁻¹ sec							
Fontinale(1)	345 ± 115	3,8 ± 2,6	94 ± 2,6	94 ± 15,6	11,5 ± 2,6	20,1 ± 2,5	95,4 ± 20
Myriophylle(2)	875 ± 270	2,5 ± 0,9	21 ± 3,6	≤ 10,8	≤ 0,4	5,6 ± 1,1	-
						6,1 ± 0,6	-
POISSONS ENTRE LA CENTRALE ET NOGENT (Août 1980) en Bq.kg ⁻¹ frais							
Brochet	84,7 ± 8,1	0,1 ± 0,04	-	-	-	2,5 ± 0,3	-
Gardon	100 ± 40	≤ 0,02	-	-	-	0,5 ± 0,05	-
Perche	78,1 ± 14	≤ 0,07	-	-	-	2,1 ± 0,2	-

(1) ⁹⁵Nb : 74 ± 7,6 ; ⁹⁵Zr : 38 ± 6,3

(2) ⁹⁵Nb : 30,3 ± 3,7 ; ⁹⁵Zr : 14,4 ± 1,9

(3) - Non mesuré

CARTE DE SITUATION DES PRELEVEMENTS

C.E.N. CADARACHE

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**

Ecosystèmes terrestres et aquatiques

**CARTE DE SITUATION
DES PRELEVEMENTS**

CAMPAGNE 1986

ECHELLE : 1/100 000^e

