



Association
pour le **C**ontrôle
de la **R**adioactivité
dans l'**O**uest

LABORATOIRE INDEPENDANT
D'ANALYSE DE LA RADIOACTIVITE

138 rue de l'Eglise
14200 HEROUVILLE ST CLAIR

tél. : 02.31.94.35.34

fax : 02.31.94.85.31

www.acro.fr.st

acro.acro@fnac.net

SIRET 950 369 00027

APE 743B

Note technique

*relative à l'incident du 31 octobre 2001
et aux retombées des incidents ruthénium
survenus à Cogéma-La Hague en 2001*

Version du 21 janvier 2002

Préambule

C'est l'Office de Protection contre les Rayonnements Ionisants (OPRI) qui a alerté l'ACRO qu'un nouvel incident ruthénium était survenu à l'usine Cogéma-La Hague le 31 octobre 2001. L'ACRO a aussitôt fait une campagne d'analyses dont les résultats sont présentés dans cette note.

Le précédent incident analogue date du 18 mai 2001. Une perte de dépression dans l'atelier R7 de l'usine UP2-800 spécialisé dans la vitrification avait entraîné un rejet non contrôlé, par l'une des cheminées, composé essentiellement de ruthénium et de rhodium radioactifs ; l'activité évacuée était alors estimée par l'exploitant à environ 11MBq.

Les mesures dans l'environnement effectuées par l'ACRO avaient conduit l'association à interroger l'Autorité de Sûreté Nucléaire sur la quantité totale rejetée annoncée par l'exploitant. (Voir la note technique ACRO du 26 juillet 2001 : Evaluation du terme source de l'incident du 18 mai survenu à l'établissement COGEMA-La Hague, <http://www.globenet.org/acro/termesource.pdf>). Par conséquent, l'analyse de l'incident du 31 octobre constitue un test important.

Après avoir présentés les résultats des mesures de radioactivité dans l'environnement effectuées à la suite de l'incident du 31 octobre 2001, une estimation du terme source est proposée. Dans une deuxième partie, quelques enseignements sur les retombées de ces deux incidents seront tirés. La présente note se termine par un résumé – conclusion situé en troisième partie.

Sommaire

Préambule.....	1
Sommaire	2
1^{ère} partie : répercussions radioécologiques et évaluation du terme source de l'incident survenu le 31 octobre 2001 à l'atelier T7 de l'usine UP3 de Cogéma-La Hague.....	3
A.I) Description de l'incident selon les informations publiques.....	3
A.II) Evaluation des répercussions radioécologiques par l'ACRO	4
A.II – 1) Campagnes de prélèvements	4
A.II – 1a) Campagne d'évaluation des niveaux de radioactivité dans l'environnement	4
A.II – 1b) Campagne de confirmation des niveaux de radioactivité les plus élevés	4
A.II-2) Résultats des mesures par spectrométrie gamma	6
A.II – 2a) Conditions des analyses.....	6
A.II – 2b) Résultats	6
A.II – 3) Discussion.....	7
A.II – 3a) Concentration maximale	7
A.II – 3b) Contribution des rejets de routine	7
A.II – 3c) Rémanence de l'incident du 18 mai 2001	7
A.II – 3d) Distribution spatiale du ¹⁰⁶ Ru- ¹⁰⁶ Rh.....	9
A.II – 3e) Comparaison des répercussions environnementales des incidents ruthénium 2001	10
A.II – 3f) Evaluation de l'activité totale du dépôt de ¹⁰⁶ Ru- ¹⁰⁶ Rh sur l'herbe.....	11
A.III) Evaluation du terme source.....	12
A.III – 1) Calcul à partir du modèle GRNC.....	12
A.III – 2) Discussion.....	12
2^{ème} partie : retombées des incidents ruthénium survenus lors de l'année 2001. Quels enseignements.....	13
B.I) Retour sur l'incident du 18 mai 2001.....	13
B.I – 1) Les faits	13
B.I – 2) L'explication officielle	13
B.I – 3) Quel terme source pour l'incident du 18 mai ?	14
B.I – 4) Quid de la contamination au Calais Le Mesnil ?.....	14
B.II) Enseignements de l'incident du 31 octobre 2001	15
B.III) Comparaison des impacts calculés et mesurés des rejets aériens.....	15
B.III – 1) Modèle de dispersion atmosphérique utilisé par l'exploitant	15
B.III – 2) Comparaison modèle-mesures	15
3^{ème} partie : résumé – conclusion.....	16

1^{ère} partie : répercussions radioécologiques et évaluation du terme source de l'incident survenu le 31 octobre 2001 à l'atelier T7 de l'usine UP3 de Cogéma-La Hague.

A.1) Description de l'incident selon les informations publiques

Dans la déclaration d'évènement faite à la Commission Spéciale et Permanente d'Information (CSPI, dite « Commission Hague ») en date du 2 novembre 2001, Cogéma annonçait :

« Le 31 octobre en soirée, dans l'atelier T7 de l'usine UP3, une opération de débouchage des cannes de bullage du dépoussiéreur des gaz de vitrification de la chaîne B a entraîné pendant quelques minutes, une montée en pression dans les équipements du procédé. Cette augmentation de pression s'est traduite par une augmentation de l'activité d'aérosols rejetée à la cheminée de l'usine UP3. Cette augmentation, de l'ordre de grandeur du rejet mensuel en fonctionnement normal au niveau de cet émissaire, représente 0,02 % de l'autorisation annuelle de rejets d'aérosols de l'Etablissement. En l'absence de conséquence pour le personnel et les installations, et compte tenu du très faible niveau de rejet et de ses conséquences, il a été proposé à l'Autorité de Sûreté de classer cet évènement au niveau 0 de l'échelle internationale des évènements nucléaires. »

Actuellement, sur le site Internet de Cogéma La Hague (<http://www.cogemalahague.fr>) on peut lire :

« Le 31 octobre 2001, suite à un problème de ventilation dans un atelier de l'Etablissement, il a été observé une augmentation de l'activité rejetée par une cheminée. Le rejet majorant est estimé à 0,3 % de l'autorisation de rejet annuel. Les contrôles effectués dans l'environnement proche du site ont permis de mesurer en un point une valeur maximale de 0,08 Becquerel par gramme dans l'herbe. La conséquence de cet évènement pour une personne qui aurait été éventuellement exposée durant ce rejet est de l'ordre de 1 microsievert ; il est rappelé que la dose due à la radioactivité naturelle est localement de 2700 microsievert par an. Il a été proposé à l'Autorité de Sûreté de classer cet évènement au niveau 0 de l'échelle internationale des évènements nucléaires. »

Entre les deux communiqués, la quantité rejetée lors de l'incident est passée de 0,02% à 0,3% de l'autorisation de rejet annuelle (75 000 MBq pour la classe des aérosols alpha-bêta).

Pour l'autorité de sûreté nucléaire (ASN), dans un communiqué daté du 7 novembre 2001 :

« Le 31 octobre, [...] des gaz contenant du ruthénium et du rhodium radioactifs se sont échappés par la cheminée de 100 mètres de l'usine UP3, via la gaine de la ventilation des cellules de l'atelier T7. [...] »

La mesure du rejet incidentel, effectuée à la sortie de l'atelier T7, a été de 219 MBq, soit 0,3 % de l'autorisation annuelle de rejet. Le rejet à la cheminée a été inférieur à cette valeur. Le vent venait du nord-ouest (320 à 330 °) et soufflait à 11 m/s.

Les contrôles radiologiques effectués par l'industriel ont porté sur une dizaine de prélèvements d'herbe, dans la zone sous le vent de cet incident. Les résultats des comptages effectués sur ces prélèvements révèlent la présence d'un faible marquage en ruthénium-rhodium, avec un maximum de 0,085 Bq/g à 2 km. [...]

D'autres prélèvements ont été effectués le 5 novembre, par l'Association pour le contrôle de la radioactivité dans l'ouest, ainsi que par l'OPRI (agissant pour le compte du ministère chargé de la santé).

Cet incident n'a pas eu de conséquences significatives sur la santé des populations et des travailleurs, ni sur l'environnement. Il est néanmoins significatif pour la sûreté, notamment en termes d'éléments de retour d'expérience pour l'analyse d'incidents analogues. Il est provisoirement classé par l'Autorité de sûreté nucléaire au niveau 0 de l'échelle INES. » (<http://asn.gouv.fr/data/evenement/44lahague.asp>)

L'ASN n'indique pas la valeur du rejet mesurée à la cheminée, mais elle doit correspondre au 0,02% initialement annoncé par Cogéma dans sa déclaration à la CSPI, soit environ 15 MBq.

A.II) Evaluation des répercussions radioécologiques par l'ACRO

A.II – 1) Campagnes de prélèvements

A.II – 1a) Campagne d'évaluation des niveaux de radioactivité dans l'environnement

Pour évaluer les dépôts consécutifs au relâchement de radionucléides durant l'incident du 31 octobre 2001, l'ACRO a organisé le lundi 5 novembre une campagne de prélèvements d'herbe en concertation avec l'antenne OPRI située à Beaumont-Hague. Les résultats d'analyses de l'OPRI ne sont pas encore connus.

Il est important de noter l'absence d'épisodes pluvieux entre le jour de l'incident et celui des prélèvements, ce qui aurait eu comme effet d'éliminer partiellement par lessivage la radioactivité déposée.

A la différence de la fois précédente, après l'incident du 18 mai 2001, les investigations ont été limitées à l'environnement situé au sud-est de l'établissement Cogéma-La Hague et donc sous les vents durant l'incident. La zone étudiée peut être définie par rapport à la cheminée de l'usine UP3 par des directions de vents variant de 300° à 350° et des distances à l'émissaire comprises entre 650 et 4200 m approximativement.

La stratégie d'échantillonnage a été définie de manière à préciser la répartition spatiale des retombées. Dans cette perspective, 10 échantillons d'herbe ont été prélevés dans des pâturages, notamment à ≈1 km (série R) et à ≈2,2 km (série T) de l'émissaire ; la localisation des prélèvements est rapportée [figure 1](#) et renseignée dans le [tableau n°1](#).

Pour choisir les endroits, il a été tenu compte de la topographie et de la végétation ambiante. Afin de limiter les biais, seules les zones dégagées suffisamment éloignées des obstacles (comme des haies par exemple) et d'une altitude à peu près similaire ont été retenues. De manière à permettre quelques comparaisons avec les niveaux relevés à la suite du précédent incident similaire, il a également été tenu compte, autant que possible, des lieux déjà étudiés. En chacun des endroits, les prélèvements d'herbe ont été effectués sur une superficie d'1 m².

Les caractéristiques de ces prélèvements sont détaillées dans le [tableau n°1](#).

Tableau 1 : Localisation, identification et caractéristiques des prélèvements d'herbe effectués le 5 novembre 2001 dans le domaine terrestre de l'environnement de l'établissement COGEMA-La Hague.

(Les localisations sont déduites à partir de relevés effectués à l'aide d'une carte IGN au 1/25000^{ième} et sont approximatives. Les angles et les distances sont référencés à partir de la cheminée de l'usine UP3.)

Localisations				Caractéristiques			
station (code)	distance (en m)	angle (en degré)	altitude (en m)	nature	fraction analysée	kg frais / m ²	P _{sec} /P _{frais}
P1	650	165	180	pâturage	partie aérienne	0,57	28,4%
R1	1025	142	155	pâturage	partie aérienne	0,66	32,8%
R2	1050	150	165	pâturage	partie aérienne	0,54	33,2%
R3	1150	157	165	pâturage	partie aérienne	0,56	18,3%
T1	2050	156	155	pâturage	partie aérienne	1,13	18,0%
T2	2200	148	160	pâturage	partie aérienne	1,19	19,5%
T3	2350	140	170	pâturage	partie aérienne	0,49	19,7%
T4	2450	133	175	pâturage	partie aérienne	1,02	18,0%
T5	2200	125	165	pâturage	partie aérienne	1,06	38,9%
U1	4200	138	170	pâturage	partie aérienne	0,42	18,7%

A.II – 1b) Campagne de confirmation des niveaux de radioactivité les plus élevés

L'analyse des échantillons d'herbe collectés le 5 novembre a nécessité un délai de travail d'environ 1 mois. En conséquence, un ordre de passage a été défini en tenant compte en priorité des échantillons susceptibles d'être les plus contaminés. Ainsi, l'herbe du pâturage référencé R2 fut la première mesurée et l'importance des niveaux de radioactivité relevés, plusieurs centaines de Bq/kg frais en ¹⁰⁶Ru-¹⁰⁶Rh, a incité à vérifier les ordres de grandeurs à cet endroit.

L'antenne ACRO Nord-Cotentin a donc effectué de nouveaux prélèvements le 10 novembre après un épisode pluvieux de plusieurs jours. De l'herbe a été collectée sur une superficie d'1 m² en deux endroits distincts du champs. Des feuilles de lierre ont également été échantillonnées de part et d'autre d'une haie perpendiculaire à la direction du panache.

Les caractéristiques des prélèvements effectués le 10 novembre 2001 sont détaillées dans le **tableau n°2**.

Tableau 2 : Identification et caractéristiques des prélèvements effectués le 10 novembre 2001 dans le pâturage référencé R2 situé dans le domaine terrestre de l'environnement de l'établissement COGEMA-La Hague.

Caractéristiques				
nature	fraction analysée	observations	kg frais / m ²	P _{sec} /P _{frais}
herbe de pâturage	partie aérienne	-	0,96	39%
herbe de pâturage	partie aérienne	-	0,95	32%
lierre	feuilles	exposé au panache	-	35%
lierre	feuilles	protégé du panache	-	32%

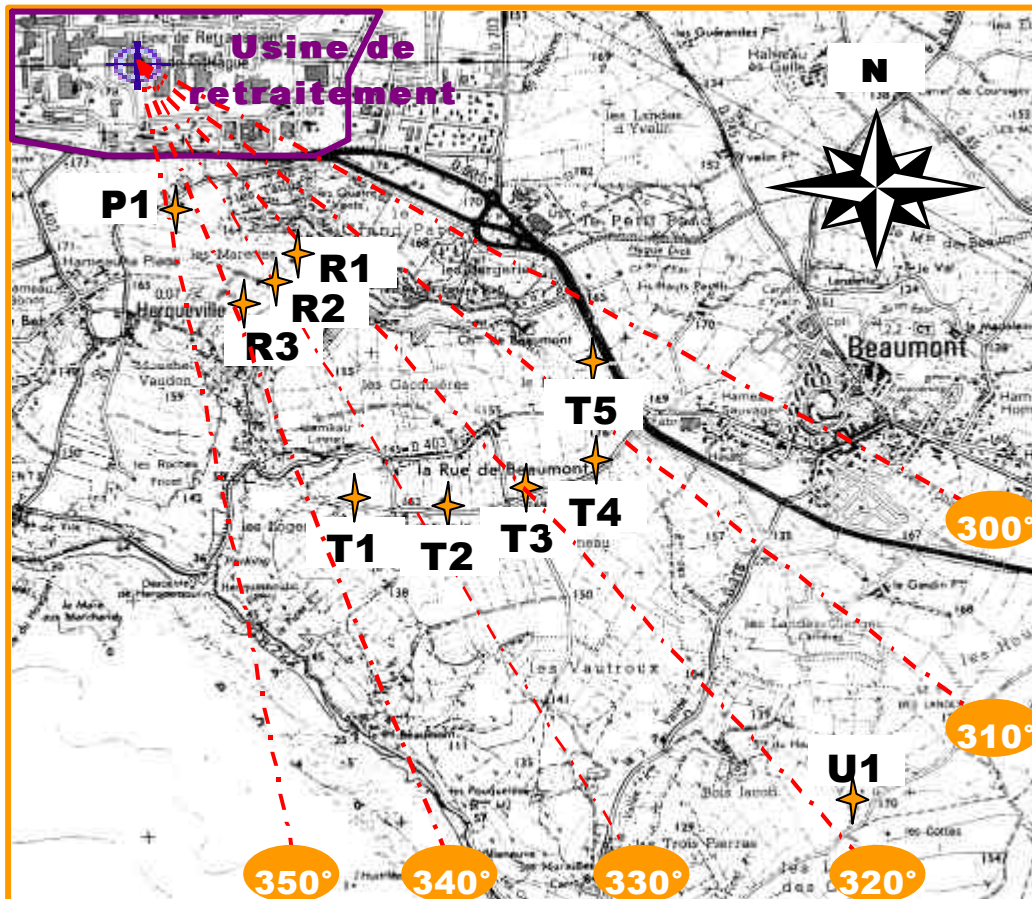


Figure 1: Localisation des prélèvements effectués dans l'environnement de l'établissement Cogéma-La Hague suite à l'incident du 31 octobre 2001.

A.II-2) Résultats des mesures par spectrométrie gamma

A.II – 2a) Conditions des analyses

Les analyses portent sur les radioéléments (naturels et artificiels) émetteurs gamma qui présentent une (ou plusieurs) raie(s) d'émission sur la plage 60 – 2000 keV; les radioéléments émettant à basse énergie (<60keV), comme l'iode 129, ne sont pas recherchés. De plus, les phénomènes d'auto-atténuation ne sont pas pris en compte.

Les résultats rapportés concernent les radioéléments naturels les plus caractéristiques (^7Be et le ^{40}K) et tous les radioéléments artificiels détectés au moins une fois (^{106}Rh). Pour le ^{106}Rh , on considère qu'il est en équilibre avec son ascendant proche, le ^{106}Ru . C'est pourquoi, l'activité massique (ou surfacique) est exprimée pour le couple ^{106}Ru - ^{106}Rh et correspond au double de celle mesurée pour le seul ^{106}Rh .

Tous les échantillons d'herbe sont analysés à frais après avoir été conditionnés (250 g systématiquement) en géométrie de type SG500. Pour les feuilles de lierre, les analyses sont réalisées sur la matière sèche préalablement réduite en poudre et conditionnée en géométrie de type SG50.

A.II – 2b) Résultats

Les concentrations mesurées dans les herbes sont détaillées dans le [tableau 3](#) et celles concernant les feuilles de lierre sont rapportées dans le [tableau 4](#).

Tableau 3 : Concentrations (Bq/kg frais) en radionucléides émetteurs gamma des échantillons d'herbe prélevés autour de l'établissement COGEMA-La Hague, les 5 et 10 novembre 2001.

station (code)	Activité massique (Bq/kg frais)		
	^7Be	^{40}K	^{106}Ru - ^{106}Rh
Résultats des prélèvements du 5 novembre 2001			
P1	110 ± 17	165 ± 29	42 ± 16
R1	133 ± 19	126 ± 26	112 ± 25
R2	156 ± 22	187 ± 32	726 ± 92
R3	51 ± 9	196 ± 28	40 ± 12
T1	47 ± 9	189 ± 29	86 ± 19
T2	63 ± 11	139 ± 26	65 ± 19
T3	67 ± 9	193 ± 25	40 ± 10
T4	60 ± 10	183 ± 27	< 21
T5	73 ± 9	161 ± 20	< 11
U1	46 ± 6	176 ± 22	24 ± 6
Résultats des prélèvements du 10 novembre 2001			
R2	171 ± 28	168 ± 33	600 ± 83
R2	140 ± 24	118 ± 28	325 ± 51

Tableau 4 : Concentrations (Bq/kg frais) en radionucléides émetteurs gamma des échantillons de feuilles de lierre prélevés de part et d'autre de la haie située dans le pâturage référencé R2 autour de l'établissement COGEMA-La Hague, le 10 novembre 2001.

Observation(s)	Activité massique (Bq/kg frais)		
	^7Be	^{40}K	^{106}Ru - ^{106}Rh
exposé au vent	< 38	155 ± 50	650 ± 105
protégé du vent	< 42	105 ± 51	955 ± 142

A.II – 3) Discussion

Les mesures faites ne mettent en évidence que le couple ^{106}Ru - ^{106}Rh comme radioéléments artificiels. Détecté à huit endroits différents, il est présent dans les échantillons d'herbe à des niveaux variables, compris entre 24 et 726 Bq/kg frais. Toutefois, les herbages ne sont pas les seuls concernés par les dépôts et la rétention de ^{106}Ru - ^{106}Rh . Les feuilles de lierre analysées présentent des concentrations importantes en ^{106}Ru - ^{106}Rh , 650 et 955 Bq/kg frais, voisines de celles mesurées dans l'herbe du pâturage (R2) où ont été effectués les prélèvements.

Par la suite, seuls les résultats des mesures d'herbe sont discutés.

A.II – 3a) Concentration maximale

La plus forte teneur mesurée est observée à la station R2, située à 1 km de la cheminée d'UP3. Pour mémoire, c'est dans ce même pâturage que nous avons mesuré la concentration en ^{106}Ru - ^{106}Rh la plus importante (498 Bq/kg frais) à la suite de l'incident du 18 mai 2001. Quant aux mesures de « vérification » réalisées sur deux échantillons d'herbe prélevés quelques jours plus tard au même endroit, elles révèlent des niveaux résiduels en ^{106}Ru - ^{106}Rh qui sont de 325 et 600 Bq/kg frais. Ces résultats confirment l'ordre de grandeur avancé, à savoir plusieurs centaines de Bq/kg frais de ^{106}Ru - ^{106}Rh dans l'herbe de la station R2.

Il est important de noter que les résultats issus des mesures de vérification ne peuvent que refléter partiellement les dépôts consécutifs à l'incident, les épisodes pluvieux entre le 5 et le 10 novembre ayant eu pour conséquence d'éliminer pour partie le ^{106}Ru - ^{106}Rh déposé sur l'herbe (effet de lessivage). A titre d'information, un essai de lavage (à l'eau distillée) effectué au laboratoire sur un échantillon d'herbe prélevé suite à l'incident du 18 mai 2001 avait montré une décontamination significative de l'herbe, estimée alors à environ 50% de l'activité initiale en ^{106}Ru - ^{106}Rh .

Si on tient compte des pertes par lessivage telles que précédemment définies, on peut estimer que la concentration en ^{106}Ru - ^{106}Rh de l'herbe de ce pâturage était, suite à l'incident, plus proche des 1000 Bq/kg frais que des 100 Bq/kg frais. En faisant abstraction des pertes par lessivage, la concentration moyenne calculée à partir des 3 résultats disponibles pour ce champ reste importante avec environ 500 Bq/kg frais.

Si la contamination maximale de l'herbe relevée par l'ACRO dépasse largement celle annoncée par l'exploitant (85 Bq/kg), il n'y a pas pour autant de désaccord. En effet, la valeur la plus forte donnée par la Cogéma concerne une zone située à 2 km de l'émissaire pour laquelle les mesures de l'ACRO font état de concentrations voisines, comprises entre 40 et 86 Bq/kg frais. Ces différences témoignent de la difficulté à rendre compte précisément des retombées à partir de quelques prélèvements pour une étendue aussi vaste (voir ch. α.II-3d) et soulignent donc tout l'intérêt d'effectuer des mesures complémentaires.

A.II – 3b) Contribution des rejets de routine

Durant le second semestre de 1999, malgré des rejets de routine en ^{106}Ru - ^{106}Rh les plus élevés de ces dernières années, aucun marquage significatif à l'extérieur du site n'a été relevé dans la surveillance de l'environnement effectuée par l'exploitant en regard des données diffusées dans les publications trimestrielles du service de prévention et de radioprotection de Cogéma-La Hague. A partir de janvier 2000, si le ^{106}Ru - ^{106}Rh est parfois détecté dans l'environnement, c'est de manière ponctuelle avec des activités plus petites que 20 Bq/kg frais et exclusivement à moins de 1 km ; au delà, et notamment à 2 km, il n'y a pas de résultats significatifs. C'est pourquoi, on considère que les rejets de routine ne peuvent être à l'origine des niveaux d'activité mesurés à la suite de l'incident du 31 octobre. Toutefois, si ce n'est pas le cas, cette contribution ne peut être que très minime et limitée au premier kilomètre.

A.II – 3c) Rémanence de l'incident du 18 mai 2001

Si la contamination relevée par l'ACRO suite à l'incident du 31 octobre 2001 ne peut être imputée aux rejets de routine, il est raisonnable de s'interroger sur la rémanence des dépôts de ^{106}Ru - ^{106}Rh consécutifs à l'incident du 18 mai 2001. En effet, les étendues géographiques influencées sont similaires et les 166 jours écoulés entre les deux incidents, durée inférieure à la demie-vie du ^{106}Ru (372 jours), ne sont pas suffisants pour permettre l'élimination du ruthénium par simple décroissance radioactive. Une telle rémanence aurait pour conséquence de surévaluer les contributions de l'incident du 31 octobre, les concentrations mesurées dans l'environnement pouvant être imputées partiellement aux dépôts consécutifs au précédent incident. En l'absence d'un suivi régulier de cet environnement par l'ACRO entre les deux incidents, les niveaux de ^{106}Ru - ^{106}Rh encore décelables juste avant le 31 octobre ne sont pas connus avec exactitude. En revanche, des éléments de réponse peuvent être apportés à partir de la bibliographie et des différentes mesures réalisées par Cogéma-La Hague et l'ACRO.

Pour appréhender « l'élimination » du ^{106}Ru - ^{106}Rh de l'herbe et *in fine* les niveaux résiduels après un laps de temps donné, il est nécessaire de tenir compte des phénomènes biologiques et mécaniques en plus de la décroissance physique du radioélément. Par exemple, les épisodes pluvieux et la croissance de l'herbe vont entraîner respectivement une perte et une dilution de la radioactivité déposée.

Dans le dossier soumis à enquête publique par Cogéma-La Hague, la période d'élimination biologique et mécanique du ^{106}Ru dans l'herbe est donnée égale à 30 jours¹. En tenant compte en plus de la période physique du radioélément (372 jours), on peut alors définir une période effective pour le ^{106}Ru dans l'herbe égale à 27,8 jours. Cette période représente le temps au bout duquel la moitié du ruthénium déposé sera éliminée du végétal si on tient compte de tous les mécanismes susceptibles d'y contribuer. Avec une telle période effective, l'activité théorique résiduelle en ^{106}Ru dans l'herbe résultant de l'incident du 18 mai, et présente le 31 octobre après 166 jours, peut être estimée à 1,6% de l'activité initialement déposée.

A partir des mesures faites par Cogéma-La Hague et l'ACRO, il est possible d'apprécier dans les faits l'évolution des teneurs en ^{106}Ru - ^{106}Rh entre les deux incidents. Sur la **figure 2**, les rapports de la concentration en ^{106}Ru mesurée à un instant t sur celle mesurée initialement, soit juste après l'incident du 18 mai 2001, sont représentées pour chacun des organismes. La courbe de décroissance théorique avec la période calculée ci-dessus est aussi représentée dans le but d'apprécier la cohérence de l'ensemble.

Pour Cogéma-La Hague, les données retenues (**tableau 5**) sont issues des plaquettes mensuelles « grand public » et correspondent aux concentrations maximales de ^{106}Ru seul mesurées chaque mois dans les herbes prélevées autour du site industriel. Faute d'information sur la localisation des valeurs maximales relevées, nous supposons qu'il s'agit toujours du même endroit.

Pour l'ACRO, peu de données sont disponibles. On retiendra celles issues des prélèvements d'herbe effectués dans le pâturage R2 entre mai et début août 2001 pour le couple ^{106}Ru - ^{106}Rh . Pour faciliter la comparaison des niveaux, les concentrations rapportées dans le **tableau 6** sont exprimées en Becquerel par kilogramme de matière sèche, la siccité des échantillons variant d'un facteur 2.

Quelle que soit l'origine des données, on constate (**tableaux 5 et 6**) une diminution très prononcée des niveaux sur la période étudiée. En juin, l'activité rémanente représentait moins de 50% de celle de mai, et en septembre, moins de 2%. En outre (**figure 2**), la tendance décrite par les mesures faites dans l'environnement concorde bien avec celle que l'on peut déduire si on tient compte d'une période effective de 27,8 jours pour le ^{106}Ru dans l'herbe.

C'est pourquoi on retiendra, en l'absence de mesure de ruthénium dans l'herbe la veille de l'incident, le ratio théorique de 1,6% pour traduire l'activité récurrente liée à l'incident du 18 mai. Dans ce contexte, on peut estimer² la concentration en ^{106}Ru - ^{106}Rh de l'herbe du pâturage R2 (le plus contaminé) qui ne provient pas des dépôts consécutifs à l'incident du 31 octobre à ≈ 15 Bq/kg frais. Cette contamination rémanente ne représente qu'entre 2 et 5% des concentrations mesurées au mois de novembre dans le même champ. Elle est inférieure à l'incertitude de mesure.

En conclusion, les dépôts consécutifs à l'incident du 18 mai ne peuvent que contribuer de manière faible (moins de 5% a priori) aux concentrations mesurées au mois de novembre dans l'herbe du pâturage (R2) qui présente les valeurs les plus élevées (entre 325 et 726 Bq/kg frais de ^{106}Ru - ^{106}Rh). A priori, seules les étendues pour lesquelles les dépôts consécutifs au premier incident ont été nettement plus importants (au moins d'un facteur 10) que ceux liés au second devraient présenter des activités rémanentes non négligeables (env. 16%) en comparaison de celles mesurées au mois de novembre. Parmi les lieux étudiés en mai et novembre, seul le pâturage P1 situé à proximité des usines est concerné.

Tableau 5 : Evolution des concentrations (Bq/kg frais) maximales en ^{106}Ru (seul) mesurées chaque mois par Cogéma-La Hague dans l'herbe prélevée de mai à septembre 2001 autour du site industriel.

(Pour retrouver les concentrations du couple ^{106}Ru - ^{106}Rh , il faut multiplier les activités par 2)

	Activité massique (Bq/kg frais) en ^{106}Ru				
	mai	juin	juillet	août	Sept.
teneur maximale du mois	500	226	26	6,87	$\leq 10,6$
$r = [C_i] / [C_0]$	100%	45%	5,2%	1,4%	$\leq 2,1\%$

¹ Le GRNC a retenu une période de décroissance biomécanique de 14 jours (GRNC, rapport détaillé du GT3, annexe VIII-2, p.5/15), mais nous retenons a priori la valeur Cogéma car elle implique une rémanence plus longue.

² Il est tenu compte des caractéristiques moyennes des 3 échantillons prélevés dans le pâturage R2 au mois de novembre ($\text{kg/m}^2 = 0,82$; $\text{Psec/Pfrais} = 34,9\%$) ; voir **tableaux n° 1 et 2**.

Tableau 6 : Evolution des concentrations (Bq/kg sec) en ^{106}Ru - ^{106}Rh mesurées par l'ACRO dans l'herbe du pâturage référencé R2, entre mai et août 2001.

	Activité massique (Bq/kg sec) en ^{106}Ru - ^{106}Rh				
	24 mai	22 juin	juillet	01 août	Sept.
teneur mesurée	2594	949	-	340	-
$r = [C_t] / [C_i]$	100%	37%	-	13%	-

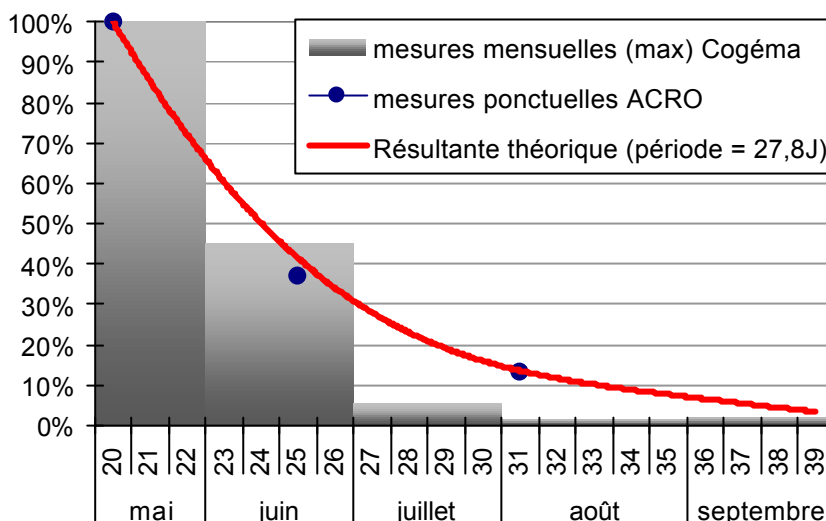


Figure 2 : Evolution de la contamination en ^{106}Ru - ^{106}Rh de l'herbe résultant des dépôts consécutifs à l'incident du 18 mai 2001. Les chiffres indiqués en abscisses correspondent aux numéros de semaines.

A.II – 3d) Distribution spatiale du ^{106}Ru - ^{106}Rh

La **figure 3** présente la répartition spatiale des activités surfaciques en ^{106}Ru - ^{106}Rh calculées en tenant compte de la quantité d'herbe collectée en chacun des endroits (voir **tableau 1**). Avec cette nouvelle expression, les niveaux, déduits de la seule campagne du 5 novembre, varient entre 10 et 392 Bq/m². La station R2 présente toujours la plus forte valeur.

Il apparaît un marquage de l'environnement pour des directions (par rapport à l'émissaire) qui sont comprises entre 138° et 165°, c'est-à-dire vers le hameau *Rue de Beaumont*. Plus à l'est, en direction de *Beaumont*, les stations T4 et T5 ne témoignent pas de la présence du couple ^{106}Ru - ^{106}Rh .

Dans la zone soumise aux retombées, le marquage de l'environnement est encore nettement visible à plus de 4 km de l'émissaire si on se réfère aux mesures faites à la station U1. En outre, le territoire n'est pas marqué de manière uniforme, on observe une décroissance des niveaux tant longitudinale que transversale par rapport à la direction du panache qui peut être estimée à 150° (par rapport à l'émissaire).

En tenant compte d'un angle d'ouverture de 20° pour le panache et d'un marquage significatif jusqu'à 4200 m de l'émissaire, la superficie du territoire de La Hague concernée par les retombées de ^{106}Ru - ^{106}Rh peut être estimée à 300 ha (3 km²) approximativement (cas de figure non majorant). Il est fort probable qu'il y ait eu un marquage au-delà de 4200 m, mais n'ayant pas fait de mesure à ce niveau, il n'est pas possible de l'affirmer.

Nous ne savons pas si l'IPSN a détecté le panache à la station de mesure d'Alençon, à 200 km au sud-est du site de la Hague, comme lors de l'incident du 18 mai. Les données ne sont pas encore publiées (www.opera.fr).

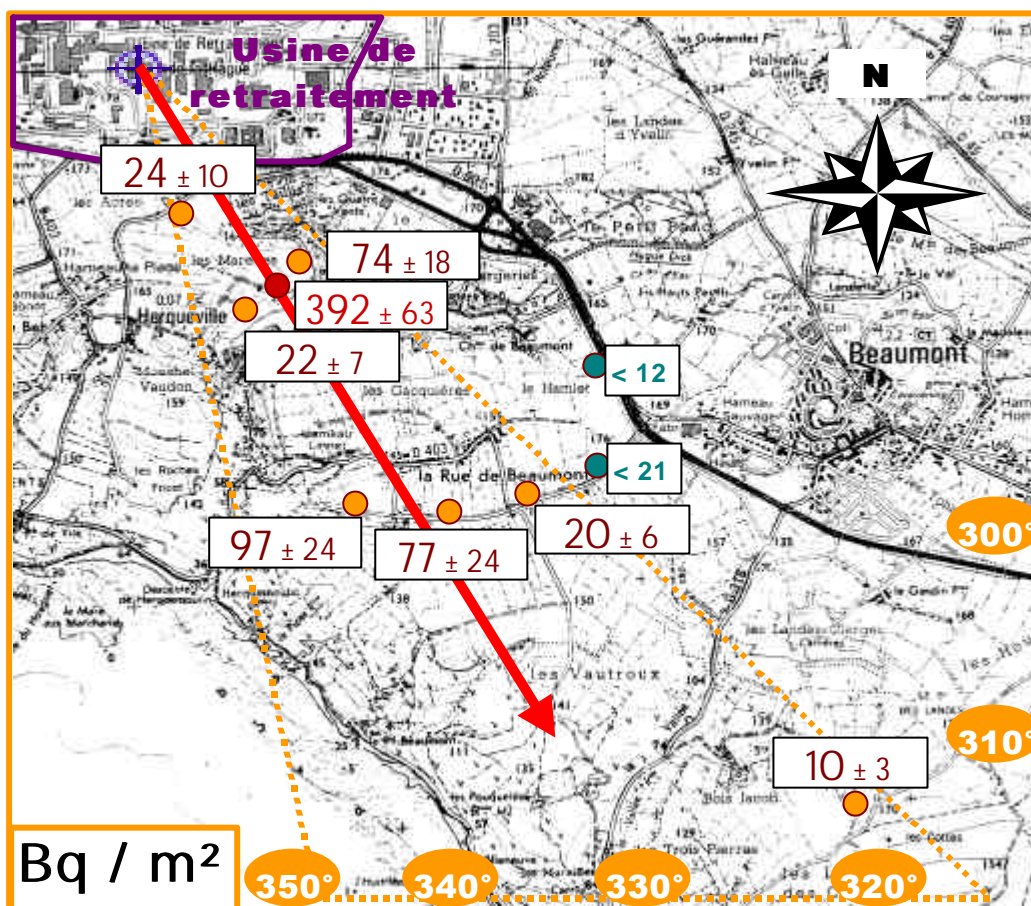


Figure 3 : Distribution des activités surfaciques (Bq/m^2) calculées à partir des mesures faites sur les herbes.

A.II – 3e) Comparaison des répercussions environnementales des incidents ruthénium 2001

Pour comparer les niveaux d'activité des dépôts de ^{106}Ru - ^{106}Rh résultant de chacun des incidents survenus au cours de l'année 2001 et préciser les éventuelles différences, on choisit de ne retenir que les mesures faites dans l'axe des panaches afin de limiter les biais. Dans cette direction, les concentrations au sol sont maximales. Dans ce contexte, seuls les résultats des stations R2 (anciennement H10) et T2 (anciennement H3) sont exploitables. En effet, suite à l'incident du 18 mai 2001, le recoupement des mesures de l'ACRO avec celles de la campagne de prélèvements d'août 2001 menée par Cogéma-La Hague, fait apparaître très clairement que la direction des concentrations au sol les plus fortes passe par ces deux stations. Suite à l'incident du 31 octobre 2001, la distribution spatiale du ^{106}Ru - ^{106}Rh obtenue à partir des mesures faites par l'ACRO privilégie de nouveau l'hypothèse que la direction du panache passe par ces deux stations (cf. figure 3).

Le tableau 7 détaille les résultats, exprimés à la fois en Bq/m^2 et en $Bq/kg \text{ sec}$, et donne la proportion des niveaux d'activité mesurés à la suite de l'incident du 31 octobre 2001 par rapport à ceux relevés suite à l'incident du 18 mai 2001. Il apparaît que les niveaux d'activité relevés au mois de novembre sont voisins de ceux observés en mai : les premiers représentent en moyenne entre 67% et 78% des seconds selon le mode d'expression retenu (Bq/m^2 vs $Bq/kg \text{ sec}$). Aussi, on ne note pas entre les deux incidents de différences notables en terme de répercussions sur l'environnement.

Tableau 7 : Comparaison entre les mois de novembre et de mai 2001 des niveaux d'activité en ^{106}Ru - ^{106}Rh des pâturages R2 et T2. En novembre, seuls les résultats de la campagne de prélèvements du 5 sont pris en compte.

station (code)	^{106}Ru - ^{106}Rh		
	Mai 2001	Novembre 2001	$r = [C_{\text{nov.}}] / [C_{\text{mai}}]$
Activité massique (Bq/kg sec)			
R2	2594 ± 333	2187 ± 277	(84 ± 15) %
T2	461 ± 92	333 ± 97	(72 ± 15) %
	422 ± 72		(79 ± 14) %
Moyenne des ratios pondérés par le carré des incertitudes relatives :			78 %
Activité surfacique (Bq/m²)			
R2	632 ± 103	392 ± 63	(62 ± 15) %
T2	112 ± 25	77 ± 24	(69 ± 27) %
	81 ± 16		(95 ± 35) %
Moyenne des ratios pondérés par le carré des incertitudes relatives :			67 %

A.II – 3f.) Evaluation de l'activité totale du dépôt de ^{106}Ru - ^{106}Rh sur l'herbe

Il est difficile d'estimer exactement qu'elle a pu être l'activité du dépôt global de ^{106}Ru - ^{106}Rh sur le territoire de La Hague à partir des mesures faites dans l'environnement. Le recoupement de l'ensemble des résultats disponibles, toutes sources confondues, pourrait améliorer cette estimation. C'est pourquoi, par la suite, le calcul proposé n'a pour seule vocation que de fournir une indication en adoptant une approche qui nous semble raisonnable.

Pour le calcul, on retient arbitrairement comme activité surfacique de référence pour les 300 ha concernés, la moyenne arithmétique des valeurs disponibles après avoir écarté l'activité surfacique maximale (392 Bq/m² au point R2). Dans ce contexte, l'activité surfacique moyenne minimale est de 46 Bq/m² et l'activité du dépôt global sur l'herbe est estimée à 139 MBq.

Cette valeur est très supérieure au terme source mesuré à la cheminée (environ 15 MBq), mais est proche du terme source en sortie d'atelier annoncé comme majorant : 219 MBq. Or, l'activité déposée localement devrait être beaucoup plus faible que l'activité rejetée. Une fois de plus, le terme source cheminée est peu plausible, mais l'estimation est trop grossière pour pouvoir conclure quant au terme source en sortie d'atelier. Un calcul de l'activité rejetée, à partir des mesures dans l'environnement et selon un modèle de dispersion, est donc nécessaire.

A.III) Evaluation du terme source

A.III – 1) Calcul à partir du modèle GRNC

En utilisant la modélisation de dispersion dans l'environnement du Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC, <http://www.ipsn.fr/nord-cotentin>), il est possible d'évaluer le terme source de l'incident.

Compte-tenu des conditions climatiques du jour de l'incident (temps sec, vitesse de vent de 11m/s), l'activité surfacique déposée sur le sol au centre du panache est reliée au terme source par la formule suivante :

$$A[\text{Bq/m}^2] = Q[\text{Bq}] * \text{CTA}[\text{s/m}^3] * \text{Vd}[\text{m/s}]$$

avec,

- A : activité surfacique déposée au centre du panache
- Q : quantité rejetée
- CTA : Coefficient de transfert atmosphérique (donné p.4 de l'annexe XXV du rapport du GT3 du GRNC de 1999). Pour une vitesse de vent de 11m/s, le CTA est de $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$ pour une distance de l'émissaire inférieure à 5 km. Mais le Groupe de Travail Incertitude du GRNC a depuis réévalué ces CTA en considérant qu'ils étaient globalement sous-estimés d'un facteur 2,4 (rapport IPSN/DPRE/SERNAT/2001-13, p. 75). Nous prendrons donc comme CTA la valeur de $3,12 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$.
- Vd : vitesse de dépôt par temps sec. Ce terme n'est connu qu'à un facteur 10 près. Aussi bien la COGEMA dans son dossier d'enquête publique que le GRNC (p.7 de l'annexe VIII du rapport du GT3 du GRNC de 1999) ont retenu $Vd=5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.

L'activité surfacique déposée au centre du panache ne peut pas être déterminée exactement à partir des mesures ACRO. Pour le calcul du terme source, nous prendrons donc la moyenne arithmétique des valeurs relevées au plus près de l'axe du panache, à savoir 160 Bq/m². Seuls les échantillons prélevés le 5 novembre sont concernés.

On obtient un terme source d'environ 10 000 MBq de ¹⁰⁶Ru-¹⁰⁶Rh pour l'incident du 31 octobre 2001.

A.III – 2) Discussion

Le terme source évalué à partir de l'activité surfacique n'est qu'un ordre de grandeur. En effet, la vitesse de dépôt n'est connue qu'à un facteur 10 près. De plus, nous avons supposé que toute l'activité déposée était captée par l'herbe, alors que dans son dossier d'enquête publique, COGEMA a pris un rapport de captation par temps sec égal à 0,25 et l'IPSN utilise 0,7.

Cependant, ce calcul est considéré comme « réaliste » par le GRNC. Un calcul majorant se ferait à partir de l'activité maximale relevée par l'ACRO et le rapport de captation de l'herbe utilisé par COGEMA, et donnerait un terme source 10 fois plus élevé : environ 100 000 MBq (ou 100 GBq).

Avec environ 10 000 MBq pour le couple ¹⁰⁶Ru-¹⁰⁶Rh, le terme source est inférieur à l'autorisation de rejet actuelle (75 000 MBq/an pour la classe des aérosols alpha-bêta), mais n'en demeure pas moins important. A titre de comparaison, il est supérieur :

- au plus fort rejet annuel pour le couple ¹⁰⁶Ru-¹⁰⁶Rh annoncé ces dernières années : 153 MBq en 1999 (source COGEMA), soit 65 fois plus ;
- au rejet nominal annuel pour le couple ¹⁰⁶Ru-¹⁰⁶Rh proposé comme limite par la COGEMA dans son dossier d'enquête publique : 1 850 MBq, soit 5,4 fois plus ;
- à la limite annuelle bêta-gamma envisagée dans les futures autorisations pour les aérosols : 1 000 MBq (Points et Commentaires n°14, juin 2001, OPRI), soit 10 fois plus ;
- au terme source en sortie d'atelier annoncé par l'exploitant et considéré comme majorant : 219 MBq, soit 46 fois plus ;
- au terme source à la cheminée annoncé par l'exploitant : environ 15 MBq, soit 667 fois plus.

Il s'agit donc d'un rejet significatif, comme lors de l'incident du 18 mai 2001.

Lors de l'incident du 31 octobre 2001, le terme source évalué par l'ACRO à partir d'un calcul « réaliste » est 46 fois supérieur à la quantité mesurée en sortie d'atelier, considérée comme majorante par l'exploitant et l'ASN. Cela nous conduit à nous interroger sur la validité de la mesure en sortie d'atelier et sur le modèle de diffusion retenu par l'exploitant et l'IPSN³ qui nous a permis de faire le calcul.

³ Le modèle de diffusion atmosphérique en question est celui du GRNC. L'ACRO a activement participé aux travaux de ce groupe, mais dans ses réserves l'association avait souligné que ces modèles « ne peuvent en l'état devenir des références ». (<http://www.globenet.org/acro/reserves.html>)

2^{ème} partie : retombées des incidents ruthénium survenus lors de l'année 2001. Quels enseignements ?

B.I) Retour sur l'incident du 18 mai 2001

B.I – 1) Les faits

Lors de l'incident du 18 mai 2001, la COGEMA avait annoncé un terme source global mesuré à la cheminée de 11 MBq. A partir de ses résultats d'analyses, l'ACRO avait montré que la seule contamination de l'herbe à proximité de l'usine dépassait les 38 MBq pour le couple ^{106}Ru - ^{106}Rh . Une évaluation du terme source identique à celle faite précédemment donnait une quantité rejetée de 14 000 MBq pour le couple ^{106}Ru - ^{106}Rh . Ces résultats ont été rendus public le 31 juillet 2001. (Voir la note technique ACRO du 26 juillet 2001 : *Evaluation du terme source de l'incident du 18 mai survenu à l'établissement COGEMA-La Hague* ; note disponible à <http://www.globenet.org/acro/termesource.pdf>). Ce calcul est considéré comme «réaliste» par le Groupe Radioécologie Nord-Cotentin (GRNC), une valeur majorante du terme source pourrait être 5 fois plus élevée.

L'Institut de Protection et de Sécurité Nucléaire (IPSN), qui a détecté le panache à Alençon, soit à 200 km au Sud-Est de l'usine COGEMA, confirme :

« Cette contamination des aérosols atmosphériques est à relier à une augmentation ponctuelle notable des rejets de l'atelier de vitrification de l'usine UP2-800 de traitement de combustibles irradiés de Cogéma à la Hague, déclarée par Cogéma le 18 mai dernier. Elle est cohérente avec les résultats connus des mesures d'activité de l'herbe faites sur des prélèvements à proximité de l'usine, tant par la Cogéma que par l'ACRO (Association pour le Contrôle de la Radioactivité dans l'Ouest) ou l'IPSN. Par contre, le rejet mesuré par Cogéma à la cheminée de l'usine n'apparaît pas cohérent avec les valeurs mesurées dans l'air et dans l'herbe. » (Note d'information de l'IPSN du 31/07/2001, *Contamination en ruthénium des aérosols atmosphériques prélevés à Alençon (Orne)*, <http://www.ipsn.fr/opera/PInfoRuthAle.htm>).

Sur son site Internet, la COGEMA maintient un terme source de 11 MBq pour cet incident (<http://www.cogemalahague.fr/LaHague/Institution.nsf/DeclarationWeb/20010704ventil?OpenDocument>).

B.I – 2) L'explication officielle

Le seul commentaire public de l'exploitant disponible actuellement est la communication faite lors de la réunion du 25 octobre 2001 de la Commission Spéciale et Permanente d'Information (CSPI, dite « Commission Hague »).

Pour évaluer l'activité rejetée par ses cheminées, COGEMA dévie une fraction des gaz vers un système de mesure. Suite à la polémique sur le terme source de l'incident du 18 mai, l'exploitant a découvert que du Ruthénium s'était fixé sur le tronçon de prélèvement et n'a donc pas été mesuré.

Selon l'ASN,

« Le dispositif de mesure de la radioactivité des effluents rejetés aux cheminées principales est composé d'un dispositif de prélèvement situé à mi-hauteur des cheminées et d'une canalisation de transit qui conduit les échantillons gazeux prélevés jusqu'aux appareils de mesure situés en pied de cheminée. [...] Il existe de plus d'autres systèmes de mesure situés à la sortie des ateliers de vitrification sur les gaines de ventilation en amont des cheminées principales. Ces systèmes permettent de mesurer l'activité des effluents gazeux émis par ces ateliers et dirigés vers la cheminée principale. [...]

Les certificats d'étalonnage et les résultats des appareils de mesure situés sur les cheminées principales confirment la précision de ces appareils. En revanche, les résultats des contrôles réalisés sur plusieurs tronçons démontés des canalisations de transit des prélèvements des cheminées des usines UP2-800 et UP3 montrent la présence, par endroits, d'un dépôt de ruthénium et de rhodium (jusqu'à 300 kBq sur 40 cm). Ce dépôt pourrait être dû à un phénomène d'adsorption du ruthénium sur les parois métalliques plus ou moins important selon les conditions de fonctionnement des installations et plus précisément selon la forme chimique du ruthénium émis par les ateliers de vitrification.

Toutefois, la présence de ce dépôt ne permet pas de quantifier précisément l'erreur commise et ceci pour deux raisons : d'une part parce que les quelques tronçons analysés ne sauraient être représentatifs de l'ensemble de la canalisation, d'autre part parce que le dépôt ne saurait être dû au seul incident du 18 mai, notamment pour le dépôt trouvé sur la cheminée d'UP3. Les mesures réalisées sur les systèmes de mesure amont ne permettent pas non plus de quantifier précisément cette erreur car une partie des rejets émis par les ateliers se redépose sur les gaines de ventilation et n'atteint pas l'exutoire des cheminées principales. »

(Lettre DIN Caen/895/2001 de l'ASN à l'ACRO datée du 24 octobre 2001, <http://www.globenet.org/acro/asn241001.pdf>).

B.I – 3) Quel terme source pour l'incident du 18 mai ?

Selon la COGEMA, lors de l'incident du 18 mai 2001, la quantité de ^{106}Ru - ^{106}Rh mesurée en sortie d'atelier était de 4 500 MBq, soit environ 400 fois plus que ce qui a été mesuré à la cheminée. (Note COGEMA HAG 0 0050 01 20754). L'Autorité de Sûreté en déduit que COGEMA a sous-estimé d'un facteur 400 au plus le terme source lors de l'accident (Lettre DIN Caen/895/2001 de l'ASN à l'ACRO datée du 24 octobre 2001, <http://www.globenet.org/acro/asn241001.pdf>).

L'activité mesurée en sortie d'atelier est compatible avec le terme source évalué par l'ACRO (facteur 3 d'écart). Ainsi, est-ce la mesure à la cheminée ou en sortie d'atelier qui doit servir de référence lors du renouvellement des autorisations de rejet ? La question est posée par l'ASN.

Selon l'ASN, en fonctionnement de routine, le terme source en sortie d'atelier serait 6 fois plus élevé que le terme source à la cheminée (Lettre DIN Caen/895/2001 de l'ASN à l'ACRO datée du 24 octobre 2001, <http://www.globenet.org/acro/asn241001.pdf>). Pour COGEMA, « l'examen des rejets constatés en sortie des ateliers conduit à considérer un facteur majorant de la sous-estimation du rejet de Ruthénium en routine de l'ordre de 5 à 10. » (Note COGEMA HAG 0 0050 01 20754).

Depuis quand la Cogéma se trompe-t-elle dans l'estimation de ses niveaux de rejet aériens ? Depuis le début de la vitrification en 1989 ? Le GRNC, dans son rapport du GT1, indique des rejets aériens significatifs en ^{106}Ru - ^{106}Rh depuis le démarrage de l'usine en 1966. Comme il ne disposait « de mesures que pour dix années dans les rejets gazeux, [il a] reconstitué les activités manquantes à partir de la valeur moyenne de la fonction de transfert de ces dix années » (GRNC, rapport détaillé du GT1, p. 118). Ainsi, une ré-estimation des niveaux de rejets actuels peut avoir des conséquences sur la connaissance que l'on a des niveaux de rejets depuis le démarrage de l'usine. Cela concerne aussi le ^{90}Sr pour lequel la quantité rejetée annuellement par les cheminées de l'usine a été reconstituée à partir des rejets en ^{106}Ru - ^{106}Rh (GRNC, rapport détaillé du GT1, p. 117).

B.I – 4) Quid de la contamination au Calais Le Mesnil ?

Lors de l'incident du 18 mai, nous avons mis en évidence une contamination significative de l'herbe en ^{106}Ru - ^{106}Rh en direction du SO au lieu-dit Calais Le Mesnil (196 Bq/kg frais ou 169 Bq/m²). Ce point n'était pas sous le vent lors de l'incident et le niveau de contamination est supérieur aux niveaux généralement relevés suite aux rejets de routine.

Selon la Cogéma (note COGEMA HAG 0 0500 01 20752),

« il convient de noter qu'il se situe sous les vents dominants des rejets. Il peut apparaître dans certaines conditions météorologiques, un marquage ponctuel dans cette zone, d'autant plus marqué lors des rejets par temps de pluie. En effet, le dépôt surfacique est en ce cas supérieur d'un facteur 20 par rapport au dépôt par temps sec (cf travaux du GRNC). Ce facteur peut encore être supérieur par forte pluviométrie. »

Or, la rose des vents par temps de pluie publiée par Cogéma (dossier d'enquête publique 2000 ou GRNC, rapport détaillé du GT3, annexe VII, p. 22/25) indique des vents dominants dans la direction opposée. L'ACRO maintient donc sa demande d'explication sur la tâche de contamination relevée au Calais le Mesnil.

B.II) Enseignements de l'incident du 31 octobre 2001

Une fois de plus, la seule activité déposée sur l'herbe à proximité des usines de retraitement dépasse largement le terme source mesuré à la cheminée. A partir de ses résultats de mesure dans l'environnement, l'ACRO estime à 10 000 MBq la quantité de ¹⁰⁶Ru-¹⁰⁶Rh rejetée lors de l'incident, soit environ 667 fois plus que le terme source mesuré à la cheminée (environ 15 MBq) et 46 fois plus que le terme source mesuré en sortie d'atelier (219 MBq), supposé majorant.

La mesure à la cheminée n'est donc toujours pas fiable et ne peut servir pour évaluer les quantités rejetées, passées ou contemporaines. Le calcul effectué met également en évidence un désaccord entre la contamination relevée dans l'environnement et le terme source mesuré en sortie d'atelier. Aussi il semble nécessaire de revoir la mesure en sortie d'atelier ou le modèle de diffusion atmosphérique, voire les deux éventuellement.

B.III) Comparaison des impacts calculés et mesurés des rejets aériens

Les modèles de diffusion atmosphérique utilisés par l'exploitant et l'IPSN sont très approximatifs du fait de la difficulté de faire une comparaison directe entre la contamination surfacique calculée et mesurée. Les deux incidents étudiés dans cette note nous donnent une opportunité de tester la validité des modèles en question.

Nous allons faire ici une comparaison entre l'activité de l'herbe calculée à partir du modèle utilisé par Cogéma-La Hague dans son dossier soumis à enquête publique au printemps 2000 et les activités mesurées par l'ACRO.

B.III – 1) Modèle de dispersion atmosphérique utilisé par l'exploitant

Par temps sec, l'activité surfacique de l'herbe contaminée par un rejet aérien est donnée par la formule suivante :

$$Ah[\text{Bq/m}^2] = Q[\text{Bq}] * \text{CTA}[\text{s/m}^3] * Vd[\text{m/s}] * R_c$$

avec,

- Ah : activité surfacique de l'herbe au centre du panache
- Q : quantité rejetée
- CTA : Coefficient de transfert atmosphérique. Dans son dossier d'enquête publique, Cogéma n'indique qu'une seule valeur de CTA par temps sec : $1,4 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$. Les valeurs prises par l'IPSN diffèrent peu : $1,3 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$ pour une vitesse de vent de 11 m/s et pour une distance de l'émissaire inférieure à 5 km ; $1,6 \cdot 10^{-6} \text{ s/m}^3$ pour une vitesse de vent de 9 m/s et pour une distance de l'émissaire inférieure à 2,5 km.
- Vd : vitesse dépôt par temps sec. Valeur retenue par Cogéma : $Vd=5 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$.
- Rc : rapport de captation de l'herbe par temps sec. Valeur retenue par Cogéma : $R_c=0,25$.

B.III – 2) Comparaison modèle -mesures

Tableau 8 : Comparaison entre les activités surfaciques de l'herbe en ¹⁰⁶Ru-¹⁰⁶Rh théoriques calculées à partir du modèle utilisé par Cogéma dans son dossier d'enquête publique et les activités surfaciques mesurées par l'ACRO.

Date de l'incident	Activité surfacique de l'herbe au centre du panache calculée à partir du terme source à la cheminée	Activité surfacique de l'herbe au centre du panache calculée à partir du terme source en sortie d'atelier	Activité surfacique moyenne de l'herbe dans l'axe du panache mesurée par l'ACRO
18 mai 2001	0,02 Bq/m ²	8 Bq/m ²	270 Bq/m ²
31 octobre 2001	0,03 Bq/m ²	0,4 Bq/m ²	160 Bq/m ²

Il ressort de cette comparaison que l'impact théorique des rejets aériens, qui dépend du modèle de diffusion utilisé, est largement en dessous de la réalité, même avec le terme source en sortie d'atelier qui est a priori majorant. Avec les paramètres retenus par l'IPSN (CTA 2,4 fois plus grand et $R_c=0,7$) les contaminations théoriques sont 6,7 fois plus élevées et restent donc en dessous des valeurs mesurées. En aucun cas, le dépôt découvert sur la canne de prélèvement ne peut à lui seul expliquer ce désaccord. Si la mesure en sortie d'atelier est fiable, il y a probablement sous estimation de l'impact théorique pour tous les radioéléments rejetés par les cheminées.

3^{ème} partie : résumé et conclusion

Lors d'un incident analogue qui eut lieu le 18 mai 2001, les mesures dans l'environnement effectuées par l'ACRO avaient conduit l'association à interroger l'Autorité de Sécurité sur la validité du système de mesure des rejets aériens de Cogéma-La Hague. En effet, nos calculs montraient que la quantité de ^{106}Ru - ^{106}Rh déposée sur l'herbe était largement supérieure à la quantité totale rejetée annoncée par l'exploitant. Une évaluation de cette quantité à l'aide d'un modèle de dispersion dans l'environnement nous avait conduit à estimer que Cogéma-La Hague avait rejeté probablement 1000 fois plus que ce qu'elle avait annoncé (14 000 MBq pour 11 MBq déclarés).

La cause en serait un dépôt dans la canne de prélèvement du système de mesure à la cheminée de rejet. Devant l'impossibilité d'évaluer le terme source lors de cet incident, l'exploitant et l'ASN proposent un terme source majorant qui correspond à la quantité mesurée en sortie d'atelier. Lors de l'incident du 18 mai, la mesure en sortie d'atelier aurait été 400 fois supérieure à celle effectuée à la cheminée (4 500 MBq contre 11 MBq). En fonctionnement de routine, les activités cumulées sur une année donneraient un facteur majorant compris entre 5 et 10 entre les deux points de mesure.

Lors de l'incident survenu le 31 octobre 2001, Cogéma-La Hague a annoncé avoir rejeté environ 15 MBq ou 219 MBq selon les communiqués ; l'exploitant ne semble pas savoir exactement ce qu'il a rejeté par ses cheminées.

L'ACRO a de nouveau constaté une contamination de l'environnement en ^{106}Ru - ^{106}Rh sous le panache. Au total, dix échantillons d'herbe ont été collectés le 5 novembre en dix endroits différents, tous situés au sud-est de l'établissement sous les vents durant l'incident. Les mesures par spectrométrie gamma mettent en évidence la présence de ^{106}Ru - ^{106}Rh à des niveaux variables, compris entre 24 et 726 Bq/kg frais. A l'instar des observations faites à la suite de l'incident ruthénium du 18 mai 2001, le pâturage R2 situé à ≈ 1 km de la cheminée en direction du SSE présente la plus forte teneur. L'ordre de grandeur, plusieurs centaines de Bq/kg frais, est confirmé par des mesures de vérification effectuées sur des prélèvements datés du 10 novembre. Cette contamination ne peut être imputée ni aux rejets de routine ni à une rémanence de l'incident du 18 mai. Ainsi on n'observe pas de différences notables en terme de répercussions sur l'environnement entre les deux incidents du 18 mai et du 31 octobre 2001 : les niveaux d'activité relevés au mois de novembre représentent en moyenne entre 67% et 78% de ceux mesurés en mai dernier.

Une fois de plus, lors de l'incident du 31 octobre 2001, la quantité de ^{106}Ru - ^{106}Rh déposée sur l'herbe dépasse largement le terme source mesuré à la cheminée ce qui le rend peu plausible. Une reconstitution réaliste du terme source à l'aide du modèle de dispersion dans l'environnement donne une valeur 667 fois supérieure au terme source mesuré à la cheminée et 46 fois plus grande que le terme source majorant mesuré en sortie d'atelier annoncé (10 000 MBq pour 219 MBq déclarés). Ces résultats confirment que la mesure à la cheminée n'est pas fiable et qu'en conséquence elle ne peut servir pour évaluer les quantités rejetées passées ou contemporaines. De plus, ces mêmes résultats nous conduisent à nous interroger sur la validité de la mesure en sortie d'atelier ou sur la validité des modèles de dispersion atmosphérique qui servent de référence aux études d'impact environnemental, voire sur les deux éventuellement.

Les modèles de diffusion atmosphérique utilisés par l'exploitant et l'IPSN sont très approximatifs du fait de la difficulté de faire une comparaison directe entre la contamination surfacique calculée et mesurée. L'analyse des deux « incidents ruthénium » du 18 mai et du 31 octobre 2001 montre que le terme source en sortie d'atelier, considéré comme majorant par l'exploitant, couplé au modèle de diffusion atmosphérique de référence ne permet pas d'expliquer les résultats de contamination relevée par l'ACRO. L'approche théorique sous-estime l'impact environnemental des rejets aériens. La sous-estimation est encore plus grave avec un terme source pris à la cheminée. En aucun cas, le dépôt découvert sur la canne de prélèvement ne peut à lui seul expliquer ce désaccord. Si la mesure en sortie d'atelier est fiable, les modèles de diffusion atmosphérique sous-estiment probablement l'impact pour tous les radioéléments rejetés par les cheminées.