

ANNEXE 7/1

COMPTE RENDU DU « GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE »
DU 8 FEVRIER 2001

DRIRE

Direction Régionale de l'Industrie,
de la Recherche et de l'Environnement

ILE-DE-FRANCE

Paris, le 2 MARS 2001

Affaire suivie par : P. POIRET
Tél. : 01.44.59.48.68
Réf. : 324/2001

Note aux destinataires in fine

Objet : Commission de suivi relative à l'abandon du Fort de Vaujours

J'ai l'honneur de vous transmettre, ci-joint, le compte rendu de la réunion du 8 février 2001 du groupe de travail technique restreint de la commission citée en objet.

Ce compte rendu a été validé par l'ensemble des membres du groupe restreint lors de la réunion du 1^{er} mars.

Je vous prie d'agréer, Mesdames et Messieurs, l'expression de ma considération distinguée.

P.J. : 1

B. FARGETTE

DRIRE
DO 324

02/03/01



01SSPP000341
Diffusé le 06/03/01

DAM/DOS				
NOM	LECT.	VISA	Action	Copie
CS				
HG				
PM				
JCF				
MI				
YK				
HK				
DS				
JLE				
CESTA				
CLT				

original

Destinataires :

- M. le Préfet de Seine-et-Marne	
- M. le Préfet de Seine-Saint-Denis	
- M. Le Secrétaire Général de la préfecture de Seine-et-Marne	
- M. Le Secrétaire Général de la préfecture de Seine-Saint-Denis	
- M. R. GUILLAUMONT	Expert
- M. J.P. ADLOFF	Expert
- Mme GODON	Maire de Courtry
- M. DUHAU	Maire de Vaujours
- M. KALKOTOURIAN	Coordination
- M. KINDT	Coordination
- M. AUBAYLE	Coordination
- M. LECOQ	DDASS 93
- M. GOUROD	CEA
- M. GICQUEL	CEA
- M. MASSICOT	CEA
- M. PILI	CEA
- M. CHIAPPINI	CEA
- M. QUIENOT	MRAI
- M. J. BRUCHER	MRAI
- M. BLAIN	Subatech
- M. ABDELOUAS	Subatech
- Mme TRAVERSE	Burgéap
- M. LAMBLIN	Burgéap
- M. FOUGEIROL	Burgéap
- M. SCHMITT	Ecole des Mines de Paris - CIG
- M. LEDOUX	Ecole des Mines de Paris - CIG
- M. MARTIN	OPRI
- M. BRISSON	OPRI

Copie :

MM. SAHUC, MELIN : GS 77
LR, BF, SM, RG, PP

ILE-DE-FRANCE

Paris, le 22 MARS 2001

Affaire suivie par : P. POIRET
Tél. : 01.44.59.48.68
Réf. : 324/2001

Compte rendu de la réunion du 8 février 2001 Du groupe technique restreint

Lors de la réunion d'installation de la commission de suivi relative à l'abandon du Fort de Vaujours par le CEA, il a été décidé la constitution d'un groupe de travail technique restreint, présidé par la DRIRE, destiné à établir un projet de cahier des charges de l'étude à réaliser sous la conduite de M. le Professeur Guillaumont. L'objet de la réunion du 8 février 2001 du groupe technique était l'examen de ce projet de cahier des charges.

En liminaire, il est à noter qu'à la suite de la demande de la préfecture de Seine-Saint-Denis, adressée au Professeur Guillaumont, M. de Marsily, expert en hydrogéologie, ne participera finalement pas aux travaux de la commission et du groupe technique restreint. Le Professeur Guillaumont proposera un autre expert pour le remplacer. Le CEA précise qu'en tout état de cause, les hydrogéologues du Burgéap ont une bonne connaissance de l'hydrogéologie locale vu leurs travaux antérieurs dans cette zone et qu'ils s'associeront au laboratoire de chimie des eaux de l'Ecole des Mines de Paris qui dispose en outre de moyens de modélisation performants.

Le Professeur Guillaumont présente ensuite la logique de son plan d'étude, les différentes étapes sont détaillées et discutées. On retiendra les éléments saillants suivants :

1/ La durée de l'étude sera d'environ un an de façon à intégrer les variations hydrogéologiques dues aux fluctuations météorologiques. Son coût est plafonné à 3 MF.

2/ Les investigations seront basées d'abord sur des mesures de surface (scanning gamma), en maillage serré dans la zone du fort central, avec un pas entre les mailles d'un mètre. En cas de découverte de point chaud, un sondage adjacent à la pelle mécanique sera réalisé. Des contrôles en flanc de fouille permettront de mesurer l'atténuation des concentrations en uranium avec la profondeur de façon à quantifier les phénomènes de migration. Dans la zone du site externe au fort central, le maillage sera plus lâche. Il sera réalisé par détecteur autoporté. En cas de détection, un maillage plus fin sera localement réalisé. L'extérieur du site sera également investigué.

3/ Le CEA indique que des tirs ont été effectués à l'air libre entre 1958 et 1960, avant la construction des casemates. Les quantités d'explosifs étaient faibles, en moyenne 3 kg pour des maxima de 10 kg. La quantité d'explosif ainsi que les modalités des essais (différents des tests d'implosion) ont plutôt conduit à la production de fragments de taille relativement importante, qui étaient récupérés. Les aérosols d'uranium produits en quantités faibles n'ont pas du être dispersés à plus de quelques kilomètres. Les zones sous les vents dominants seront investiguées en priorité.

4/ La question de la détection de l'uranium par rapport au bruit de fond naturel est ensuite discutée. Il est en effet difficile de discriminer l'uranium naturel issu des tirs de l'uranium présent naturellement dans le sol. Le professeur Guillaumont estime indispensable la réalisation de mesures d'isotopie pour distinguer les différentes contributions. L'uranium appauvri issu du retraitement sera détecté par la présence d'isotopes caractéristiques.

5/ La DRIRE demande quelles précautions seront prises lors des excavations par rapport aux risques pyrotechniques. Le CEA indique que les intervenants auront à appliquer de fait les précautions d'usage préconisées par le projet de servitudes. Ce point sera intégré dans les documents contractuels.

6/ Le CEA indique, à la demande des associations, que dès les années 1960 des mesures dans l'environnement ont été faites, et qu'une comptabilité matière était mise en œuvre avant l'obligation réglementaire issue des décrets des 12 et 15 mai 1981. Il semble que les résultats de mesures dans l'environnement ne soient guère exploitables aujourd'hui vu les performances des techniques de mesure de l'époque. En tout état de cause le CEA s'engage à exploiter l'intégralité des archives dont il dispose, à interroger les anciens employés et à en présenter les résultats sous deux à trois mois : quantités de matière mise en œuvre, nombre de tirs, modalités des tirs, résultats des mesures d'environnement et si possible données météo au moment des tirs (à défaut des hypothèses basées sur les données moyennes seront faites),...

7/ Le professeur Guillaumont propose que ce groupe technique restreint ne soit pas dissous à l'issue de sa mission relative au cahier des charges mais qu'il reste pérenne afin de suivre dans le détail l'avancement de l'étude, et, au vu des résultats intermédiaires, d'orienter le travail des prestataires. L'ensemble des participants agréé cette proposition qui sera soumise à l'approbation des préfets lors de la prochaine réunion plénière.

8/ Le CEA présente ensuite les aspects hydrogéologiques. La stratification sédimentaire du site implique une succession d'horizons présentant des perméabilités différentes. De ce fait, on peut distinguer trois aquifères :

- Un aquifère superficiel à faible profondeur, phréatique, de faible puissance et discontinu dans le temps et l'espace. Ce premier aquifère n'est pas une véritable nappe mais une succession de lentilles plus ou moins importantes en fonction de la pluviométrie. Les imperméabilisations de surface et les réseaux construits se comportant en drains ont progressivement diminué son importance. Cet aquifère présente des résurgences à flanc de coteaux. Deux piézomètres doivent être installés, en amont et en aval hydraulique. Il n'est pas certain que ces piézomètres réussissent à capter ces eaux. La DRIRE fait remarquer qu'en l'absence de régime permanent, la compréhension de son fonctionnement sera ardue.
- Un aquifère plus profond, plus puissant et plus continu, supragypseux, qui se comporte en véritable nappe. Il présenterait également des résurgences à flanc de coteaux. Il sera

également suivi par deux piézomètres. Son comportement devrait être plus facile à appréhender.

- Enfin la nappe régionale pouvant localement être confondue avec la nappe des calcaires, pouvant être présente entre 50 et 100 m de profondeur (à partir du sommet de la butte). Cet aquifère régional est exploité en AEP, AEI, voire usage agricole. Il est connu par un grand nombre de piézomètres déjà existants (ceux du BRGM, ceux de France-Déchets, les captages AEP,...) Le premier travail d'exploration consistera donc à inventorier les ouvrages existants, à récolter les mesures disponibles et à en déduire l'implantation des deux piézomètres que le CEA installera. Cet aquifère représente donc la cible principale pouvant conduire à un éventuel impact.

9/ Le but de l'étude sera donc dans un premier temps la compréhension des échanges entre ces différents aquifères et d'en déduire les vitesses et flux de migration des polluants. Le Professeur Guillaumont insiste pour que la compréhension des phénomènes soit bien acquise avant d'envisager le recours à une modélisation mathématique qui devra en tout état de cause être calée sur des mesures réelles, de sorte que les prévisions qui en seront tirées aient un certain caractère déterministe. L'ensemble des participants approuve ce schéma de travail : d'abord comprendre précisément, puis caler le modèle sur des mesures réelles et ensuite extrapoler.

10/ La question des puits construits à l'origine du fort est ensuite posée. Ceux-ci, forés en 1872 avaient pour but principal de drainer les eaux météoriques. Leur profondeur de l'ordre de 30 à 35 m les amène à déboucher dans le gypse, d'où possibilité de poches de dissolution. Ces puits, au nombre de 9 initialement, dont 3 n'ont pas été retrouvés seront investigués par surcreusements en partie inférieure. A la question de la DRIRE, le CEA indique que la profondeur de surcreusement sera déterminée en fonction des résultats de mesures des échantillons prélevés. Le CEA doute de l'existence de poche de dissolution. Ce point sera en tout état de cause traité.

La DRIRE demande la qualité du "tubage" des ouvrages. Le CEA indique que les coupes techniques dont il dispose dans ses archives indiquent que ces puits sont "tubés" en pierre de taille sur toute leur hauteur. Les interstices entre pierres se comportent donc en crépine de la surface jusqu'au fond. Les eaux collectées en fond de puits sont donc constituées d'un mélange des deux premières nappes. Leur analyse ne sera donc pas d'une grande utilité.

11/ La question de la réalisation des mesures et analyses soulève un débat entre le CEA et les associations. Celles-ci souhaitent que la CRIIRAD puisse faire des mesures contradictoires. Le CEA indique qu'il est d'accord sur le principe mais qu'il souhaite qu'un protocole précis de prélèvement et de mesure soit d'abord validé afin que les mesures puissent être comparées objectivement.

Il est donc décidé la tenue d'une réunion, le 16 février, à 9h30, entre le CEA, les associations, Messieurs Adloff et Guillaumont et les prestataires des mesures et prélèvements : le Burgéap, Subatech et la CRIIRAD pour mettre au point ces modalités. La DRIRE mettra à disposition ses locaux pour la tenue de cette réunion très technique mais n'y participera pas. Plusieurs options sont envisageables : soit mesure contradictoire de chacun des échantillons, ce qui pose la question des coûts induits, soit mesure contradictoire d'un certain nombre d'échantillons témoins, choisis de concert, (voire mesures complémentaires sur échantillons distincts), le CEA s'engageant à fournir une aliquote de chaque échantillon. Le CEA indique que l'OPRI souhaite participer aux campagnes de mesure. Le CEA se charge de les convier à la réunion

du 16 février. Les résultats des discussions seront présentés lors de la prochaine réunion du groupe technique restreint.

12/ Enfin la question du devenir des servitudes est évoquée. La DRIRE indique que la volonté des préfets est précisément de faire une pause dans la procédure pour réaliser l'étude et que ce ne sera que sur la base des résultats de cette étude que les décisions quant à la suite de la procédure administrative pourront être prises.

Mme la maire de Courtry s'interroge sur la possibilité de procéder à un zonage plus précis des servitudes. Le CEA indique qu'en l'état actuel de ses connaissances, de l'état du site et des possibilités techniques d'investigations, il lui semble illusoire d'espérer parvenir à un zonage plus précis que celui existant. La seule distinction réaliste à faire le sera entre le fort central, en tout état de cause inutilisable, et le reste du site. Cette distinction n'est donc d'aucune portée pratique. Le reste du site présente de telles entrelacements entre pollutions distinctes : pollution radioactive sous le vent au nord et à l'est, à proximité des casemates au sud, pollution pyrotechnique dans la zone de production des explosifs à l'ouest et enfouissement de munitions quasi généralisé, et notamment sous les bâtiments de l'ancienne cantine, qu'un zonage pouvant exempter de servitudes paraît impossible à réaliser de manière convaincante. L'ensemble des participants prend acte de cette déclaration et indique que cette question paraît très prématurée.

13/ Le CEA transmettra à l'ensemble des participants copie des différents documents fournis et présentés lors des réunions du 25 janvier (commission plénière) et du 8 février (groupe technique).

14/ L'ordre du jour étant épuisé, la réunion est levée à 13 h. La prochaine réunion du groupe technique se tiendra le 1^{er} mars, de 9 h 30 à 13 h au GS de Seine-et-Marne.

Participants :

M. R. GUILLAUMONT
M. J.P. ADLOFF
Mme GODON
M. DUHAU
M. FARGETTE
M. SAHUC
M. MELIN
M. POIRET
M. KINDT
M. AUBAYLE
M. GICQUEL
M. MASSICOT
M. PILI
M. CHIAPPINI
M. QUIENOT

Expert
Expert
Maire de Courtry
Maire de Vaujours
DRIRE
DRIRE
DRIRE
DRIRE
Coordination
Coordination
CEA
CEA
CEA
CEA
MRAI

ANNEXE 7/2

COMPTE RENDU DU « GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE »
DU 1^{ER} MARS 2001

Affaire suivie par Patrick Poiret
Tel : 01-44-59-48-68
N/REF : PP/BD/

Compte rendu de la réunion du groupe de travail restreint du 1^{er} mars 2001

Comme suite à la réunion du groupe de travail restreint du 8 février 2001, une seconde réunion s'est tenue le 1^{er} mars, dans les locaux de la DRIRE à Savigny-le-Temple, afin de clore l'examen du projet de cahier des charges de l'étude technique relative à l'abandon du Fort de Vaujours.

A cette réunion, étaient présents les prestataires (Burgéap, Subatech, Ecole des Mines) ainsi que l'OPRI.

Les points suivants peuvent être retenus :

1 - Approbation du compte rendu de la réunion du 8 février.

Les participants font état de quelques remarques sur le projet de compte rendu.

Celui-ci est approuvé sous réserve de l'intégration des observations. La DRIRE finalisera le document et le transmettra officiellement aux participants et aux autorités préfectorales.

A noter que le remplaçant de M. de Marsily a été nommé, il s'agit de M. Dever, hydrogéologue agréé du département de Seine-et-Marne, absent souffrant.

2 - Conclusions de la réunion d'experts sur les modalités de prélèvements et analyses.

M. Chiappini, du CEA, distribue en séance un projet de compte rendu de la réunion du 16 février 2001 entre le CEA, le Burgéap, les associations, l'OPRI, Subatech et la CRIIRAD.

Les participants se sont mis d'accord sur les modalités de prélèvements, qui se feront de manière conjointe entre les différents organismes chargés des mesures.

Le critère pour définir un point singulier sera un point qui engendre 1 débit de dose supérieur à environ 3 fois le bruit de fond. Les opérations de scanning gamma devraient durer environ 10 jours. Il est rappelé que la mesure de l'uranium 238 se fait de manière indirecte, par détection du Th^{234} qui est un de ses descendants à vie courte.

Les mesures sur échantillons de sols se feront selon la méthode ICP/MS (spectrométrie de masse, plasma à couplage inductif). Elle permet en outre de détecter tous les métaux lourds radioactifs ou non. Du reste, le Burgéap mesurera les métaux lourds dans ses propres échantillons. Le CEA s'est engagé à fournir à la DRIRE les spectres de mesure.

La question de la conservation des échantillons est ensuite posée. La DRIRE indique qu'il convient de les conserver au minimum jusqu'à la forclusion du délai de recours de plein contentieux, qui est de 4 ans suivant la publication ou l'affichage de l'arrêté préfectoral instituant les servitudes (art. 14.2° de la loi du 19/07/1976). En cas de contentieux effectif, cette durée peut naturellement être beaucoup plus longue. Le CEA indique que le stockage des échantillons chez les prestataires induit des coûts non négligeables. Il est donc décidé le schéma suivant :

- les échantillons sont conservés chez les prestataires jusqu'à publication de l'arrêté préfectoral,
- ils sont ensuite conservés au CEA au moins durant les 4 ans suivants et préalablement mis sous scellées (par huissier ou par l'inspecteur des installations classées),

La question des dates des prélèvements est ensuite discutée. Le CEA demande qu'ils soient rapidement réalisés. Subatech propose la 2^{ème} quinzaine d'avril. Un commencement le 23/4 conviendrait au CEA et à Subatech.

Une date commune entre le CEA, le Burgéap, l'OPRI, la CRIIRAD et M. Dever devra être définie afin de réaliser une reconnaissance préalable du site, nécessaire pour la réalisation des investigations.

S'agissant des prélèvements d'eaux souterraines, il est acté que les échantillons seront acidifiés afin d'éviter la sorption des métaux sur les parois des flacons, pouvant induire des erreurs de mesure.

Comme suite à la réunion du 16/02/2001, M. Chiappini présente un tableau de synthèse des activités massiques de différents types d'uranium. Les chiffres varient selon que l'uranium soit à l'état naturel (en équilibre séculaire avec ses descendants), après traitement ou appauvri et stocké. L'uranium traité présente des activités spécifiques beaucoup plus faibles que l'uranium naturel.

Le CEA mettra à jour le compte rendu de la réunion du 16/02/2001 et le transmettra à l'ensemble des participants, ainsi qu'à M. Dever.

3 - Hydrogéologie

Deux questions sont ensuite soumises au débat : les techniques de forage des piézomètres et le nombre de forages.

Deux techniques de forage de piézomètres sont disponibles :

- en destructif, en utilisant une tarière, cette solution est rapide et peu onéreuse,
- en non destructif, en effectuant un carottage qui prélève des échantillons de sol non remaniés, identiques aux sols en place, mais nettement plus onéreuse.

Le CEA propose de faire un carottage complet, sur un des forages destinés à être équipé en piézomètre et captant la nappe profonde (100 m). Ce choix présente l'avantage de fournir une coupe géologique complète de l'ensemble de la butte de la surface jusqu'à 100 m de profondeur.

Finalement, il est décidé que la réalisation des deux piézomètres profonds sera l'occasion de réaliser deux carottages complets de la butte, de 0 à 100 m, pour un coût de 200 kF.

Le Burgéap précise que le fonctionnement hydrogéologique classique d'une butte du type de celle de Vaujours, est un mode de diffusion radial à l'intérieur de l'aquifère : du centre vers la périphérie. Cependant, la forme cylindrique de la butte peut conduire à moduler cette appréciation. Le Burgéap proposera un emplacement précis des 3 séries de 2 piézomètres (2 pour chaque nappe). Il est rappelé que l'étude hydrologique aura pour but de fournir des données qualitatives et quantitatives (transferts, concentration, flux,...).

Deux campagnes de prélèvements seront réalisées en hautes eaux et basses eaux de manière à intégrer les variations météorologiques. En outre le gypse sera investigué lors de la réalisation des piézomètres d'une part, et par surcreusements des puits existants d'autre part.

A la question de la DRIRE, le Burgéap précise que les piézomètres seront réalisés selon les règles de l'art, avec étanchéification pour éviter les contaminations des nappes et les mélanges de nappes. Ils seront tubés en PVC et auront un diamètre de 120 mm en tête et 80 mm en fond. La question du devenir de ces ouvrages est ensuite posée.

La DRIRE précise que le CEA devra se positionner sur le maintien en place ou l'abandon des ouvrages. S'ils doivent être abandonnés, la DRIRE exigera qu'ils soient bouchés suivant les règles de l'art, afin d'éviter qu'ils servent de vecteurs de transfert de polluant de la surface vers les nappes. S'ils sont maintenus, la DRIRE proposera que leur protection, leur surveillance et leur entretien soient inclus dans les servitudes. Cette décision sera prise au vu des conclusions de l'étude (surveillance ultérieure à exercer ou pas).

Le Burgéap préparera une note technique relative aux mesures in situ à réaliser lors du creusement des puits, avant de les équiper en piézomètre.

Une réunion technique relative aux modalités techniques de réalisation de ces puits aura lieu entre le CEA, le Burgéap et M. Dever, au GS de Seine-et-Marne le 14/03 à 14 h.

Le Burgéap précise qu'une étude bibliographique destinée à collecter l'ensemble des données disponibles sur l'hydrogéologie du site, au titre de la commande à passer par le CEA, est en cours. Pour faciliter cette étude, les associations fourniront la liste des puits de particuliers

qu'ils connaissent. Les communes indiqueront les terrains communaux susceptibles de servir de point d'appui à l'étude.

4 - Impact sanitaire

Au niveau médical, la DDASS précise que les médecins-inspecteurs des DDASS de Seine-et-Marne et de Seine-Saint-Denis, du médecin du travail et du médecin conseil du CEA, se réunissent afin de collecter les données épidémiologiques concernant l'éventuel impact sanitaire des activités du site. Au représentant d'association souhaitant pouvoir être associé aux travaux, il est répondu qu'au stade actuel les données médicales sont soumises au secret professionnel.

Un premier point de ces recherches sera fait lors de la réunion de la commission plénière du 29 mars.

A la question posée par les associations sur l'application de la directive européenne du 13 mai 1996 (dite normes de base), l'OPRI indique que les objectifs de réhabilitation fixés en 1998, et qui ont servi de base à la rédaction des SUP, étaient calés sur un usage industriel du site, (2000 heures de présence sur le site, population de travailleurs adultes suivis médicalement) et non sur une réutilisation pour tous usages. De ce fait la dose ajoutée induite par les contaminations résiduelles, évaluée à 1,6 mSv, est certes supérieure à limite publique de 1 mSv mais conforme à la limite pour les travailleurs de 20 mSv. De ce fait, si les SUP sont prises, la directive sera respectée.

Enfin, la question du beryllium est posée. Le CEA indique qu'aucun tir au beryllium n'a été effectué à Vaujours. En tout état de cause les spectrométries effectuées sur les métaux lourds permettront d'en détecter d'éventuelles traces.

Participants :

- M. GUILLAUMONT	Expert
- M. ADLOFF	Expert
- Mme GODON	Maire de Courtry
- M. PILARD	Adjoint au maire de Courtry
- M. DUHAU	Maire de Vaujours
- M. KINDT	Coordination
- M. AUBAYLE	Coordination
- M. FARGETTE	DRIRE
- M. SAHUC	DRIRE
- M. MELIN	DRIRE
- M. POIRET	DRIRE
- M. LECOQ	DDASS 93
- M. GOUROD	CEA
- M. MASSICOT	CEA
- M. PILI	CEA
- M. CHIAPPINI	CEA
- M. QUIENOT	MRAI
- M. BLAIN	Subatech
- M. ABDELOUAS	Subatech
- Mme TRAVERSE	Burgéap
- M. LAMBLIN	Burgéap
- M. FOUGEIROL	Burgéap
- M. SCHMITT	Ecole des Mines de Paris - CIG
- M. LEDOUX	Ecole des Mines de Paris - CIG
- M. MARTIN	OPRI
- M. BRISSON	OPRI

ANNEXE 7/3

COMPTE RENDU DU « GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE »
DU 28 MAI 2001



Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE,
DE LA RECHERCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT
D'ÎLE-DE-FRANCE

10, RUE CRILLON - 75194 PARIS CEDEX 04

FAX : 01 44 59 47 00

Affaire suivie par Patrick Poirer

Tel : 01-44-59-48-68

N/REF : PP/BD/

DRIRE
DO SANS

14/11/01



01SSPP001731

Diffusé le 15/11/01

14 NOV. 2001

Compte rendu de la réunion du 28 mai 2001 du groupe de travail technique

Comme suite à la réunion de la commission de suivi du 29 mars, une réunion du groupe technique s'est tenue le 28 mai dans les locaux de la DRIRE à Savigny-le-Temple, afin d'examiner les premiers résultats du scanning gamma effectué sur le site de Vaujours fin avril ainsi que la méthodologie de l'étude sanitaire menée par le groupe médical pour identifier un éventuel impact sanitaire des activités menées sur le site.

A cette réunion, étaient présents, outre les membres du GT, les prestataires des études (Burgéap, Subatech), l'OPRI et la CRIIRAD. Le CEA a préparé un compte rendu de la réunion technique qui s'est tenue le 11 mai à la suite des mesures de terrain, il est joint en annexe 1.

Les points suivants peuvent être retenus :

1 - Résultats de scanning gamma effectué par Subatech

Le détail des résultats est présenté en annexe 2.

Subatech présente les résultats du scanning gamma effectué fin avril, ses techniques de mesure et le matériel utilisé. Le scanning a consisté en un balayage serré à 10 cm du sol et en des mesures ponctuelles. Les zones soumises à investigations ont été le fort central et notamment les postes de tir (Rx et PH). Subatech est intervenu à l'extérieur des bâtiments alors que la CRIIRAD s'est focalisée en priorité sur les bâtiments, notamment à l'intérieur.

Sur les zones végétalisées, Subatech est intervenu "par piétinement". Les douves non inondées ont également été explorées ainsi que la périphérie du fort central. Sur les voies de

communication, les mesures ont été faites par système auto-porté (roulette d'arpenteur). Elles ont été explorées de manière systématique mais sur un seul côté de la chaussée.

M. Guillaumont indique que les résultats donnés par Subatech, l'OPRI et la CRIIRAD sont concordants sur les points d'intercomparaison.

Les débits de dose moyens relevés fluctuent entre 0.05 et 0.16 $\mu\text{Sv/h}$. L'exposition moyenne dans le fort central est du même ordre de grandeur qu'à sa périphérie.

Au total 25 points singuliers ont été relevés dont deux hors fort central : PS 16 et PS 17. L'activité des zones autour de ces derniers points varie de 10 à 400 fois le bruit de fond. 2 spectrométries gamma ont été réalisées sur ces points afin d'en caractériser la radioactivité.

Certains points singuliers sont des cailloux (silex). Des points ont été trouvés autour d'un évent du poste de tir PH.

Deux points singuliers ont été trouvés hors du fort central : PS 16 et PS 17. Ils varient de 10 à 400 fois le bruit de fond.

Les spectrométries faites par le SPR du CEA sur PS 16 et PS 17 ont montré que l'activité était due à du radium 226, et qu'il s'agissait de morceaux de paratonnerre. Ces objets ont été enlevés.

Certains points singuliers sont des cailloux (silex).

Les associations demandent si l'intégralité de la zone hors fort central a été investiguée. Le CEA répond que cette zone n'a pu faire l'objet d'un balayage systématique vu sa superficie mais que le système aéroporté Helinuc a balayé l'ensemble de la zone en 1997. Cependant, sa sensibilité est nettement inférieure à celle des mesures de surface. Elle est estimée à 2000 fois le bruit de fond. Le CEA estime que des contaminations de type PS 16 et PS 17 sont peu probables à quelques mètres des linéaments suivis le long des voies lors des mesures gamma.

Pour la CRIIRAD, le caractère non exhaustif des mesures hors fort central ne permet pas de s'assurer que cette zone est exempte de pollution radioactive résiduelle. Les investigations ne donneront donc pas de garantie sur la non existence, hors fort central, de points de contamination à des valeurs supérieures à plus de trois fois le bruit de fond. Selon la CRIIRAD, ces mesures, faites en surface, n'apportent pas d'éléments permettant d'exempter ces zones de la présence de polluants enfouis.

M. Gicquel précise que c'est justement la fonction des servitudes d'utilité publique que de prévoir des contrôles de radioactivité avant chaque affouillement et que donc si les SUP sont prises, la présence éventuelle de radioactivité sous la surface ne pourra pas avoir de conséquences sanitaires.

2 - Résultats de scanning gamma effectué par la CRIIRAD

Le détail est présenté en annexe 3.

La CRIIRAD précise qu'elle a relevé 8 points singuliers. Elle a investigué 5 bâtiments dans la zone de tir, notamment à l'intérieur et 80 % des sous-sols. Les 20 % restants étant noyés.

3 points singuliers ont été relevés sur le poste RX.

3 - Suites à donner au scanning gamma

Les points singuliers identifiés doivent maintenant faire l'objet de prélèvements de sols afin de déterminer une éventuelle présence d'uranium en sub surface. Des points complémentaires autour des points singuliers seront aussi investigués. Les prélèvements se feront sur 3 tranches de 10 cm d'épaisseur. Les tranches 0-10 cm et 20-30 cm seront analysées sous réserve que les contrôles radiamétriques ne révèlent pas d'anomalies en fond de fouille et sur la tranche 20-30 cm.

Au total 75 prélèvements seront réalisés et 50 analysés. Les prélèvements seront faits à la tarière ou au carottier. Ces prélèvements seront réalisés fin juin. Un protocole de prélèvements sera rédigé par M. Guillaumont.

Une réunion entre techniciens sur les prélèvements aura lieu le 29 juin sur le site de Vaujours pour faire le point sur les difficultés éventuellement rencontrées. Subatech et la CRIIRAD effectueront des prélèvements de mousses demandés par les associations.

4 - Hydrogéologie

Le Burgeap présente l'avancement de ses travaux. L'étude hydrogéologique a débuté. Des repérages de terrain ont été effectués. La source indiquée par Mme Godon a été localisée.

M. Dever précise qu'il convient, vu le contexte hydrogéologique de la zone, de se focaliser sur la partie sud du site, le canal de l'Ourcq formant barrière hydraulique dans l'autre direction. Les puits d'alimentation en eau potable (AEP) et en eau industrielle (AEI) doivent être recensés. Pour M. Dever, l'essentiel de la problématique est de déterminer dans quel sens s'écoule la nappe du Soissonnais et de déterminer l'influence de la butte de Vaujours sur cet écoulement (poinçonnement). Le rôle du Burgeap sera ensuite de faire une étude prospective dès lors que les systèmes AEP seront connus.

Les associations font état de leurs recherches dans les archives militaires sur la foration des puits du fort. Les archives du fort de Vincennes seront étudiées par le Burgeap, notamment afin de connaître précisément les successions stratigraphiques de la butte. Pour M. Dever, il n'est pas possible que le gypse soit faillé, car d'éventuelles circulations d'eaux via ces failles auraient conduit à la disparition du gypse par dissolution.

5 - Impact sanitaire

Les Dr Dejour-Salamanca et Salvio présentent l'avancement des travaux du groupe médical. Celui-ci se focalise sur les anciens travailleurs du site en tant que traceurs d'un éventuel impact sanitaire des activités exercées sur le site. Le cahier des charges est présenté en annexe 4.

Une étude sur Coubron est en œuvre en parallèle afin de déterminer une éventuelle fréquence anormale de pathologie thyroïdienne sur cette commune. Cependant les pathologies thyroïdiennes ne peuvent pas être mises en relation avec l'usage d'uranium sur le site, l'uranium n'étant pas impliqué dans ce genre de maladies. Le médecin généraliste de Coubron est associé à cette démarche parallèle. En outre une étude nationale est en cours sur ce sujet.

6 - Prochaine réunion

La prochaine réunion du groupe technique restreint aura lieu le 25 septembre à 14 h au groupe de subdivisions de Seine-et-Marne à Savigny-le-Temple.

Participants :

- M. GUILLAUMONT	Expert
- M. ADLOFF	Expert
- M. DEVER	Expert
- Mme GODON	Maire de Courtry
- M. DUHAU	Maire de Vaujours
- M. KINDT	Coordination
- M. AUBAYLE	Coordination
- M. KALKOTOURIAN	Coordination
- M. LE CALVEZ	Coordination
- M. MATTATIA	DRIRE
- M. MELIN	DRIRE
- M. POIRET	DRIRE
- M. LECOQ	DDASS 93
- Dr DEJOUR-SALAMANCA	DDASS 93
- Dr SALVIO	DDASS 77
- M. MILLIES-LACROIX	CEA
- M. GICQUEL	CEA
- M. PILI	CEA
- M. CHIAPPINI	CEA
- M. COURBON	CRIIRAD
- M. BLONDIAUX	Subatech
- M. BLAIN	Subatech
- M. MOKILI	Subatech
- Mme BARITEAU	Burgéap
- M. FOUGEIROL	Burgéap
- M. MARTIN	OPRI
- M. BRISSON	OPRI

	COMPTE RENDU DE REUNION	Le : 17/05/2001 Organisateur : P. MASSICOT ☎ : 01 69 26 77 35																		
Objet (thème général) : BILAN CARACTERISATION RADIOLOGIQUE DU 23 AVRIL AU 11 MAI 2001		CEA/DAM/DQS DO 250 21/05/01  01SSPP000730																		
Date : 11 mai 2001	Heure : 10H30	Durée : 2H																		
Lieu : VAUJOURS	Bâtiment :	Salle :																		
RELEVÉ DE DECISION : COMPTE RENDU DE LA REUNION DE SYNTHESE TENUE LE 11 MAI 2001 A VAUJOURS.																				
La liste des participants figure en tableau 1.																				
Après un rappel du déroulement des contrôles pendant les 3 semaines précédentes ainsi que des conditions générales de travail, on constate que le planning initial a été tenu. Les bonnes relations entre CRIIRAD et SUBATECH ont permis une large collaboration et un partage des zones contrôlées.																				
Toutes les demandes de CRIIRAD ont été satisfaites, toutes les portes et les bâtiments, quels qu'ils soient, ont été ouverts.																				
SUBATECH a travaillé méthodiquement par quadrillage, tandis que la CRIIRAD a procédé par contrôles localisés, motivés par les données des rapports d'abandon et du Service de Protection contre les rayonnements du CEA dans son bilan de 1998.																				
• La 1ère semaine a été consacrée aux contrôles dans le fort central (casemates et leurs pourtours, voies de circulation) ; • La 2ème semaine aux contrôles de toutes les voies de circulation et des terrains nus hors fort central ; • La 3ème semaine aux contrôles des zones extérieures du site, à l'identification qualitative des points PS1 et PS16 ainsi qu'aux 5 mesures en ville de Courtry.																				
Dans l'ensemble des contrôles, 25 points singuliers ont été mis en évidence (voir tableau 2).																				
Sur les 25 points : ➤ 17 points sont de l'ordre de 3 fois le bruit de fond (40 à 50 cps au SPP2) ; ➤ 6 points sont de 5 à 10 fois le bruit de fond ; ➤ 2 points sont de 100 à 200 fois le bruit de fond. Ils proviendraient de restes de paratonnerres.																				
Diffusion : <table border="0"> <tr> <td>• P^r GUILLAUMONT</td> <td>• BURGEAP</td> <td>• CEA/DAM/EC</td> </tr> <tr> <td>• P^r ADLOFF</td> <td>• OPRI</td> <td>• CEA/DIF/DASE/RCE</td> </tr> <tr> <td>• M. KALKOTOURIAN (Association)</td> <td>• MAIRIE DE COURTRY</td> <td>• CEA/DIF/SPR</td> </tr> <tr> <td>• M. CHAREYRON (CRIIRAD)</td> <td>• MAIRIE DE VAUJOURS</td> <td>• CEA/DAM/DQS - P. MASSICOT</td> </tr> <tr> <td>• DRIRE</td> <td>• Cne. LE GUEN</td> <td>• M. Pierre GICQUEL</td> </tr> <tr> <td>• SUBATECH</td> <td></td> <td>• CEA/DAM/DQS - Chrono</td> </tr> </table>			• P ^r GUILLAUMONT	• BURGEAP	• CEA/DAM/EC	• P ^r ADLOFF	• OPRI	• CEA/DIF/DASE/RCE	• M. KALKOTOURIAN (Association)	• MAIRIE DE COURTRY	• CEA/DIF/SPR	• M. CHAREYRON (CRIIRAD)	• MAIRIE DE VAUJOURS	• CEA/DAM/DQS - P. MASSICOT	• DRIRE	• Cne. LE GUEN	• M. Pierre GICQUEL	• SUBATECH		• CEA/DAM/DQS - Chrono
• P ^r GUILLAUMONT	• BURGEAP	• CEA/DAM/EC																		
• P ^r ADLOFF	• OPRI	• CEA/DIF/DASE/RCE																		
• M. KALKOTOURIAN (Association)	• MAIRIE DE COURTRY	• CEA/DIF/SPR																		
• M. CHAREYRON (CRIIRAD)	• MAIRIE DE VAUJOURS	• CEA/DAM/DQS - P. MASSICOT																		
• DRIRE	• Cne. LE GUEN	• M. Pierre GICQUEL																		
• SUBATECH		• CEA/DAM/DQS - Chrono																		

9 points ont été contrôlés simultanément par CRIIRAD et SUBATECH. Des mesures comparatives entre les deux laboratoires montrent une bonne cohérence des appareils. L'écart moyen entre les valeurs est de l'ordre de 0,5.

Relevé de décision :

Compte tenu de l'activité des points PS16 et PS17, ils seront ôtés par les agents du SPR de DIF, en présence des représentants des Associations. Un enregistrement papier du spectre radioactif de chaque point sera remis aux Associations et les prélèvements identifiés et conservés à titre de pièces témoins. La caractérisation fine qualitative sera réalisée en laboratoire du SPR et les résultats expédiés au Professeur GUILLAUMONT.

On assurera la décontamination des 2 zones.

Pour les autres points singuliers :

Les prélèvements de sol seront réalisés sur 30 centimètres de profondeur. Chaque échantillon correspondra à 10 centimètres d'épaisseur de terre et de masse environ trois kilogrammes. Ces prélèvements seront identifiés, stockés et analysés par SUBATECH.

1 / Zone CA14 :

- prélèvements sur PS9 – PS12 et PS13
- prélèvements entre PS9 PS12
- prélèvements entre PS12 PS13

2 / PS8 :

- réservé pour le moment.

3 / PS1 :

- prélèvements et analyse du 1^{er} échantillon – Les autres stockés

4 / RX3 :

- prélèvements et analyses
- sur PS6, PS7, PC8.
- prélèvements en aval de l'écoulement
- prélèvements de part et d'autre de la crête PC8

5 / PH

- prélèvements PS2 et PS3
 - analyse de PS2 seul
 - stockage des autres
- prélèvements entre PS2 et PS3
 - analyse des 10 premiers centimètres.

6 / RX1 :

- prélèvements PS4, PS5
 - analyse de PS4 seul
 - stockage de PS5
- prélèvements entre PS4 et PS5
 - analyse des 10 premiers centimètres.

A l'intérieur des casemates :

PC1 à PC7 sont des points repérés par CRIIRAD. Pour chacun, le SPR réalisera un enregistrement par spectromètre portable, pour identifier l'élément radioactif.

TABLEAU 1

Etaient présents à la réunion du 11 mai 2001 :

Professeur GUILLAUMONT	
Professeur ADLOFF	EXPERT
M. CHAREYRON	CRIIRAD
M. KALKOTOURIAN	(ASSOCIATION)
M. AUBAYLE	(ASSOCIATION)
M. GOUROD Alain	CEA
M. PAILLARD Philippe	CEA
M. CHIAPPINI Remo	CEA
M. BAILLY Michael	SUBATECH
MME COLLIN Gaelle	SUBATECH
M. MASSICOT Patrick	CEA
MME BARITEAU Anne	BURGEAP
M. MILLIES LACROIX Jean Claude	CEA
M. BOURSEILLER Philippe	CEA

Tableau 2 : Liste des POINTS SINGULIERS

COD E	ZONE	NIVEAU	DESCRIPTION DU POINT
PC1	RX1	~ 5 x bdf	dans l'angle en bas et à droite de la dalle de tir (extrémité d'un caniveau d'écoulement).
PC2	RX1	~ 10 x bdf	dans le coin gauche de la première toiture (à environ 11 h par rapport à l'axe de RX1)
PC3	RX1	~ 3 x bdf	au niveau d'un puisard à l'intérieur d'une galerie technique (à environ 3/4 mètres au sud, presque sur l'axe de RX1)
PS4	RX1	~ 3 x bdf	sur le talus à gauche en arrivant à la casemate RX1, à une vingtaine de mètres du mur extérieur, à quelques mètres de la porte (la plus proche de RX1) de la CA10.
PS5	RX1	~ 3 x bdf	sur le talus à gauche en arrivant à la casemate RX1, à une trentaine de mètres du mur extérieur, presque dans le prolongement du point singulier précédent.
(PS6)	RX1	~ 2 x bdf	En bas d'un talus (côté douves), au pied d'un petit mur (joutant le bâtiment LG2 en contrebas). Ce point n'a plus été retenu par la suite (< 2 bdf). Il est toutefois mentionné ici car l'emplacement est toujours signalé en tant que point singulier à la peinture fluorescente rouge.
PS1	CA3	~ 5 à 6 bdf	sur le talus entre deux routes, à environ 15 m de l'entrée de la casemate CA3
PS8	CA5	~ 100 x bdf	sur le toit de la casemate CA5, au pied du paratonnerre.
PS9	CA14	~ 3 x bdf	à quelques mètres, à droite de CA14
PS10	CA14	~ 3 x bdf	à quelques mètres, à droite de CA14
PS11	CA14	~ 3 x bdf	à quelques mètres, à droite de CA14
PS12	CA14	~ 5 à 6 bdf	à côté d'une cheminée, à droite et au-dessus de CA14
PS13	CA14	~ 5 à 6 bdf	à côté d'une cheminée, à droite et au-dessus de CA14
PS14	CA14	~ 3 x bdf	à une dizaine mètres, à droite et au dessus de CA14
PS15	CA14	~ 3 x bdf	à une dizaine mètres, à droite et au dessus de CA14
PS2	PH	~ 3 x bdf	sur le talus à droite en arrivant à PH, à quelques mètres du point singulier PS3 en direction des douves, à environ 25/30 mètres de l'entrée de PH (zone PJ1). PS2 est en fait une zone de 1 à 2 m ² .
PS3	PH	~ 3 x bdf	sur le talus à droite en arrivant à PH, à une vingtaine de mètres de l'entrée de PH, à 10/15 m du bas du talus, à quelques mètres dans la partie descendante au-delà du sommet du talus.
PC6	PJ1	~ 3 x bdf	en bas du tunnel d'accès à PJ1, à mi-hauteur et à gauche, avant d'entrer dans la première pièce.
PC7	PJ1	~ 3 x bdf	en bas du tunnel d'accès à PJ1, à mi-hauteur et à droite, avant d'entrer dans la première pièce.
PS6	RX3	~ 3 x bdf	sur le talus à gauche en sortant du tunnel d'accès, à mi-hauteur et à une dizaine de mètres de l'entrée, à environ 4/5 mètres du bas du talus.
PS7	RX3	~ 3 x bdf	sur le talus à gauche en sortant du tunnel d'accès, à mi-hauteur et à une dizaine de mètres de l'entrée, à environ 3 mètres du bas du talus.
PC8	RX3	~ 3,5 x bdf	sur le talus opposé à l'entrée du tunnel d'accès, sur le sommet et à 30/40 mètres de l'entrée (presque dans l'axe du tunnel d'accès).
PC4	TC1	~ 4,5 x bdf	au fond, à gauche et à mi-hauteur dans la galerie qui permet d'accéder à la chambre de tir à droite.
PC5	TC1	~ 4 x bdf	au fond, à droite et en bas (extrémité d'un tuyau) dans la galerie qui permet d'accéder à la chambre de tir à droite.
PS16	Hors Fort Central	~ 200 x bdf	à 1 mètre du pied du premier lampadaire situé à une quarantaine de mètres après le premier rond-point rencontré en venant du Poste des gardiens à l'entrée du Centre, sur la route longeant les parkings (à environ 60 mètres au sud-est de l'angle de l'ancienne Cafétéria).
PS17	Hors Fort Central	~ 10 x bdf	sur l'aire de forme triangulaire comprise entre le CAGL et les douves, à l'ouest de la zone RX1 ; à la limite de la zone débroussaillée, à environ 15-20 m des douves, à environ 10 mètres de la clôture avec le CAGL, au droit de US.



PCn : n^{ième} point singulier trouvé par la CRIIRAD



Annexe 2

SUBATECH		Doc. :
Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées		DEV.00.012 A
Unité Mixte de Recherche 6457		Version :
Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes		00
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS		Date :
		18/05/01
		Page : 1 / 28

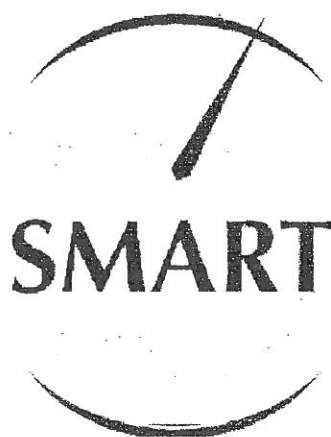
SITE DU FORT DE VAUJOURS

CAMPAGNE DE DETECTION DE TERRAIN

DU 23/04/01 AU 27/04/01

DU 02/05/01 AU 04/05/01

ET DU 09/05/01 AU 11/05/01



Date de mise en application : 18 / 05 / 01

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :

00

Date :

18/05/01

Page : 2 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

N° de version

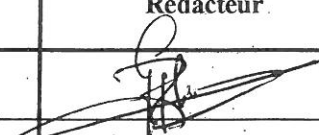
Date de la modification

Objet de la modification

00

18 / 05 / 01

création du document

	Rédacteur	Vérificateur	Chief de Service
Visas :			
Noms :	BLAIN	CHARDON	MOKILI
Date :	22-05-01	22/05/01	22/05/01

Exemplaire attribué à : CEA

SUBATECH Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes		Doc. : DEV.00.012 A Version : 00 Date : 18/05/01 Page : 3 / 28
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS		

SOMMAIRE

1.	Objectifs de la campagne	4
2.	Moyens	4
2.1	<i>Personnel</i>	4
2.2	<i>Matériel</i>	4
2.2.1	Caractéristiques	4
2.2.2	Correspondances des valeurs instrumentales	5
2.3	<i>Méthodologie des mesures</i>	8
3.	Déroulement de la campagne de mesures	10
3.1	<i>Zonage du site</i>	10
3.1.1	Les 3 pas de tirs du fort central, RX1, RX3, PH	10
3.1.2	Les voies de communication et les talus du fort central	11
3.1.3	La zone externe au fort central	12
3.1.4	Les points de référence hors du site :	13
3.2	<i>Déroulement des opérations de mesures :</i>	13
3.2.1	Première campagne :	13
3.2.2	Les points de référence hors du site	14
3.3	<i>Déroulement des opérations de mesures</i>	14
3.3.1	Deuxième campagne	14
3.3.2	Troisième campagne	15
4.	Résultats des mesures	16
4.1	<i>Postes de tir du fort central</i>	16
4.2	<i>Les voies de communication et les talus du fort central</i>	17
4.3	<i>La zone externe au fort central</i>	18
4.4	<i>Points de référence hors du site</i>	19
4.5	<i>Relevé des points singuliers</i>	20
4.5.1	Mesures des points singuliers PS	20
4.5.2	Résultats des mesures communes CRIIRAD-SUBATECH de points singuliers PS :	21
4.6	<i>Commentaires :</i>	21
5.	Conclusions :	21
6.	Annexes	23
6.1	<i>Annexe 1 : Repérage des zones de mesure Fort Central</i>	23
6.2	<i>Annexe 2 : Repérage des zones de mesure hors fort central</i>	25
6.3	<i>Annexe 3 : Repérage des points singuliers</i>	27

1. Objectifs de la campagne

Cette campagne a pour but la réalisation d'une cartographie gamma du site (fort central et zone extérieure au fort) en relevant les points singuliers dont l'activité gamma est au moins supérieure d'un facteur 3 à l'activité ambiante de la zone considérée mesurée.

2. Moyens

2.1 Personnel

La campagne s'est déroulée en 3 périodes :

- 1^o période du 23/04/01 au 23/04/01 en présence de 2 techniciens et d'un ingénieur SUBATECH, en parallèle avec le laboratoire CRIIRAD.
- 2^o période du 02/05/01 au 04/05/01 en présence de 2 techniciens SUBATECH.
- 3^o période du 09/05/01 au 11/05/01 en présence de 2 techniciens SUBATECH.

2.2 Matériel

2.2.1 Caractéristiques

Les matériels utilisés pendant la campagne ont été les suivants :

- Un polyradiamètre portatif MIP 21- NARDEUX, compteur équipé d'une sonde de détection de rayonnements gamma et X de type SX2-NARDEUX.
- Un appareil EASYSPEC-CANBERRA, équipé d'une sonde à scintillation de type NaI et réalisant les fonctions de compteur de rayonnements gamma, de spectromètre de rayonnements gamma et de radiamètre mesurant le débit de dose gamma.
- Deux échelles de comptage à mémoires (capacité de 500 mesures consécutives) de type ECM 21-nardeux, équipé de 2 sondes de détection de rayonnements gamma de type SG2-NARDEUX.

Tableau des caractéristiques des sondes :

Type	Rayonnement détecté	Caractéristiques	Surface sensible cm ²	Energie limite inférieure détectée keV	Fenêtre de mesure	LD U Naturel a 10 cm Bq/cm ²	BDF en c/s dans ambiance à 0,1 µGy/h
SG2	gamma	Scintillateur NaI 32x25 mm	8	30	Al 0,5 mm	20	50
SX2	X, gamma	Scintillateur NaI TI N 32 X3/B	8	5	Be 0,2 mm	10	20
Easyspec	gamma	Scintillateur NaI 50x50 mm	30	30	Al 0,5 mm		0,05

2.2.2 Correspondances des valeurs instrumentales

- Activités :

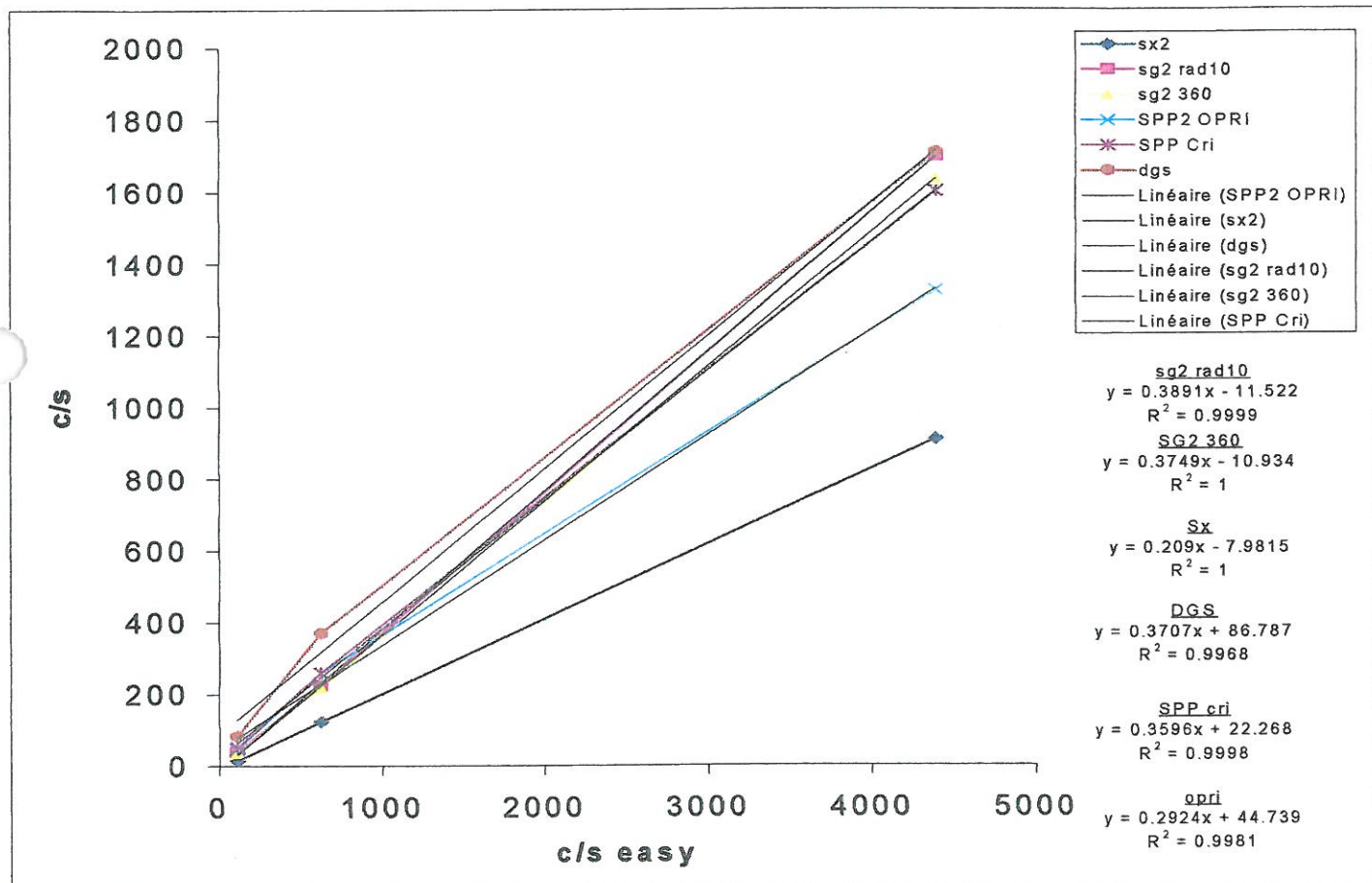
Des mesures communes, sur une source de pechblende de 21 880 Bq, ont été effectuées entre l'ECM 21 équipé des sondes gamma SG2, SX2, de l'Easyspec de SUBATECH et les appareils SPP2 et DGS du laboratoire CRIIRAD.

Tableau des résultats :

Appareil	Organisme	Distance de mesure en cm	Activité en c/s	Débit de dose $\mu\text{Sv/h}$
SG2 RAD 10	SUBATECH	contact	1 698	
SG2 18360	SUBATECH	contact	1 636	
SX2	SUBATECH	contact	910	
ES (EASYSPEC)	SUBATECH	contact	4 391	3,08
SPP2	CRIIRAD	contact	1 600	
DGS	CRIIRAD	contact	1 708	
SG2 RAD 10	SUBATECH	10 cm	225	
SG2 18360	SUBATECH	10 cm	218	
SX2	SUBATECH	10 cm	124	
ES (EASYSPEC)	SUBATECH	10 cm	627	0,410
SPP2	CRIIRAD	10 cm	260	
DGS	CRIIRAD	10 cm	371	
SG2 RAD 10	SUBATECH	50 cm	39,4	
SG2 18360	SUBATECH	50 cm	37,3	
SX2	SUBATECH	50 cm	15	
ES (EASYSPEC)	SUBATECH	50 cm	114	0,06
SPP2	CRIIRAD	50 cm	52,5	
DGS	CRIIRAD	50 cm	83,5	

Il existe une relation quasi linéaire entre les activités données par l'Easyspec (ES) et les sondes SG2 et SX2.

Ce qui permettra de rapporter les activités mesurées avec ces différentes sondes en activité équivalente Easyspec, calculées à partir des équations tirées de la courbe suivante.



- Débit de doses :

Les résultats des mesures effectuées par les appareils sont exprimées en chocs par seconde (c/s), à l'exception de l'Easyspec où ces mesures sont exprimées en plus en débit de dose gamma donné en $\mu\text{Sv/h}$.

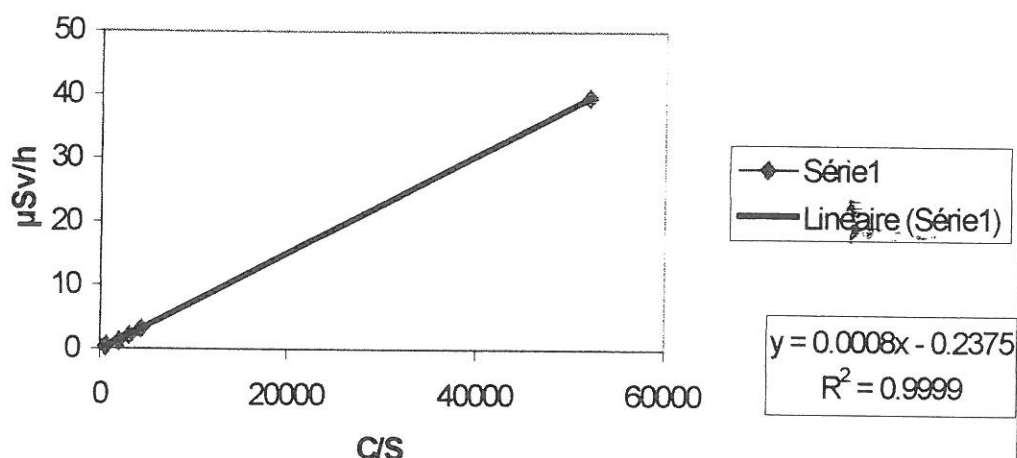
Les comptages, exprimées en c/s, sont des mesures de détection de rayonnements gamma, qui varient avec les types de sonde utilisée, qui sont comparatives d'un point de mesure à un autre et qui servent à déceler les points singuliers.

Les résultats des mesures de débit de dose avec l'Easyspec permettent de donner une indication du niveau d'exposition en rayonnement gamma observé sur les zones étudiées.

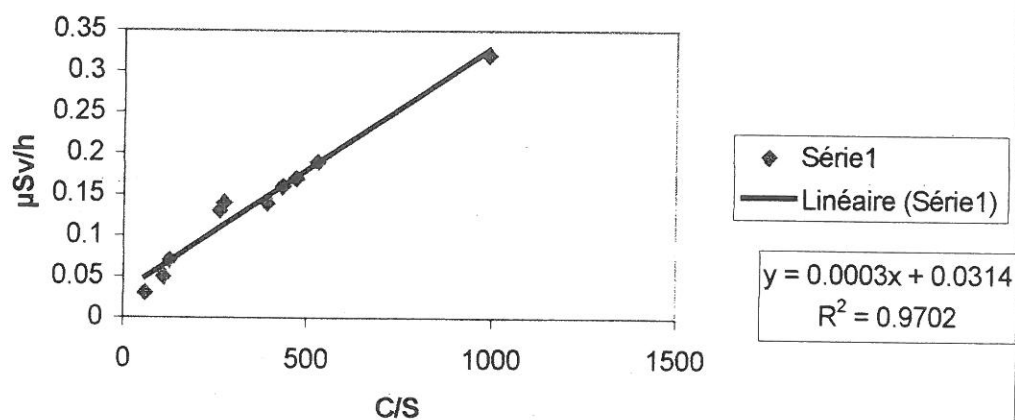
Les mesures effectuées sur le terrain, sur les points singuliers et sur la source de pechblende permettent d'établir une corrélation entre c/s et $\mu\text{Sv/h}$ pour des activités inférieures à 500 c/s d'une part et pour des activités supérieures à 500 c/s d'autre part comme le montre les 2 graphiques suivants.

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

ES - DD = f(c/s) - A > 500 c/s



ES - DD = f(c/s) - A < 500 c/s



2.3 Méthodologie des mesures

Suivant les zones et la topographie du terrain les méthodes suivantes ont été utilisées :

Type	Mesures	Matériel	Description	Type de zones mesurées	Codification
Balayage serré (BS)	- Comptage manuel (CM) - à 10 cm du sol - en chocs par seconde (c/s) - en $\mu\text{SV/h}$	MIP 21- SG2/SX2 Easyspec -ES	- Couverture de la zone par piétinement - Mesures en continu - Seuil visuel (ES) ou sonore (MIP) fixé à 3 fois le BDF - Lecture visuelle continue	- Zones talus végétalisées - Zones non construites végétalisées - Topographie complexe	BS – CM
	- Intégration manuelle (IM) - à 10 cm du sol - en c/s	ECM 21 – SG2	- Couverture de la zone par piétinement - Mesures successives par intégration de 10 à 15 secondes avec 1 seconde d'intervalle pour enregistrement et RAZ - Seuil sonore	- Zones talus dégagés - Zones non construites dégagées - Topographie complexe	BS-IM
Serpentin (S)	- Intégration manuelle (IM) - à 10 cm du sol - en c/s	ECM 21 – SG2	- Couverture de la zone par une progression suivant une sinusoïde d'un pas de 2 mètres - Mesures successives par intégration de 10 à 15 secondes avec 1 seconde d'intervalle pour enregistrement et RAZ - Seuil sonore	- Zones non construites dégagées - Topographie simple : plateau	S-IM
	- Intégration roulette (IR) - à 10 cm du sol - en c/s	ECM 21 – SG2 Sur roulette d'arpenteur	- Couverture de la zone par une progression suivant une sinusoïde d'un pas de 2 mètres - Mesures successives par intégration de 10 à 15 secondes avec 1 seconde d'intervalle pour enregistrement et RAZ - Repères métriques - Seuil sonore	- Zones non construites dégagées de grande surface - Topographie simple : plateau	S-IR

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :

00

Date :

18/05/01

Page : 9 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

Type	Mesures	Matériel	Description	Type de zones mesurées	Codification
Linéaire (L)	- Intégration roulette (IR) - à 10 cm du sol - en c/s	ECM 21 – SG2 Sur roulette d'arpenteur	- Couverture de la zone par une progression linéaire - Mesures successives par intégration de 10 à 15 secondes avec 1 seconde d'intervalle pour enregistrement et RAZ - Repères métriques - Seuil sonore	- Voies de circulation	L-IR
Mesures Ponctuelle (MP)	- Comptage intégré (CI) - au contact et à 1 mètre - (c/s) - en $\mu\text{Sv/h}$	ES	Mesures en un point spécifique par intégration sur 1 minute	Points singuliers	MP-CI

Compte tenu des corrélations précédentes tous les résultats des mesures sont accompagnés de l'équivalence en activité Easyspec (ES) calculée et de la correspondance en débit de dose.

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :
00

Date :
18/05/01

Page : 10 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

3. Déroulement de la campagne de mesures

3.1 Zonage du site

En fonction de la topographie l'ensemble du site a été divisé en zones de mesures répertoriées dans les tableaux suivant et visualisées sur les plans de zonage en annexe.

3.1.1 Les 3 pas de tirs du fort central, RX1, RX3, PH

Site	Zone	Description	Méthodologie de mesures	Appareil	Codification
Fort Central	RX1	Court d'entrée du pas de tir	IR-S	ECM21-SG2	FC-RX1-A
Fort Central	RX1	Plateau du talus N-O longeant le pas de tir	IR-S	ECM21-SG2	FC-RX1-B
Fort Central	RX1	Talus N-O	IM-BS CM-BS	ECM21-SG2 ES	FC-RX1-C
Fort Central	RX1	Talus sur US	IM-BS CM-BS	ECM21-SG2 MIP21-SX2	FC-RX1-D
Fort Central	RX1	Talus entre US -douve -LG1 et chemin d'accès à RX1	CM-BS	MIP21-SX2	FC-RX1-E
Fort Central	RX1	Talus sur RX2	CM-BS	ES	FC-RX1-F
Fort Central	PH	Plateau d'accès à la casemate PH	IR-S	ECM21-SG2	FC-PH-A
Fort Central	PH	Talus Est devant PH	IM-S	ECM21-SG2	FC-PH-B
Fort Central	PH	Revers du talus Est devant PH	IM-S	ECM21-SG2	FC-PH-C
Fort Central	PH	Talus recouvrant PJ2	CM-BS	MIP21-SX2	FC-PH-D
Fort Central	PH	Zone de la trouée du talus Est	IM-S	ECM21-SG2	FC-PH-E
Fort Central	PH	Zone longeant le mur des douves	IM-S	ECM21-SG2	FC-PH-F
Fort Central	PH	Talus Ouest et Nord	CM-BS	MIP21-SX2	FC-PH-G
Fort Central	PH	Talus Ouest à l'entrée de PH	CM-BS	ES	FC-PH-H
Fort Central	PH	Talus Ouest sur CA9 au-dessus du chemin d'accès	IM-BS	ECM21-SG2	FC-PH-I
Fort Central	RX3	Talus Nord-Est entre TC2 et CA11	CM-BS	ECM21-SG2 MIP21-SX2	FC-RX3-A
Fort Central	RX3	Talus sur CA11 et CA 13	CM-BS	ES	FC-RX3-B
Fort Central	RX3	Talus Sud	CM-BS	MIP21-SG2 MIP21-SX2	FC-RX3-C
Fort Central	RX3	Talus Ouest	CM-BS	ES	FC-RX3-D
Fort Central	RX3	Talus sur TC1	CM-BS	MIP21-SG2 MIP21-SX2	FC-RX3-E

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :
00

Date :
18/05/01

Page : 11 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

3.1.2 Les voies de communication et les talus du fort central

Site	Zone	Description	Méthodologie de mesures	Appareil	Codification
Fort Central	Douve A	Douve côté U2 jusqu'à zone inondée	IR-S	ECM21-SG2	FC-FD-A
Fort Central	Douve B	Douve côté US jusqu'à zone inondée	IR-S	ECM21-SG2	FC-FD-B
Fort Central	Voies de circulation	Voies de circulations du centre du fort	IR-S CM-BS	ECM21-SG2 ES	FC-FC-A
Fort Central	talus	Talus à droite et à gauche du souterrain menant à TP2	CM-BS	ES	FC-FC-B1
Fort Central	talus	Talus contrebas du chemin devant CA2-CA3	CM-BS	ES	FC-FC-B2
Fort Central	talus	Talus contrebas du chemin devant CA4	CM-BS	ES	FC-FC-B3
Fort Central	talus	Talus contrebas du chemin devant CA4-CA5-CA6-CA7-CA8	CM-BS	MIP21-SX2	FC-FC-B4
Fort Central	talus	Talus devant CA9 et sur TC2	CM-BS	MIP21-SX2	FC-FC-B5
Fort Central	talus	Talus sur casemates CA1-CA2-CA3-CA4	CM-BS	MIP21-SX2	FC-FC-CA1
Fort Central	talus	Talus sur casemates CA5 et CA6	CM-BS	MIP21-SX2 ES	FC-FC-CA2
Fort Central	talus	Talus sur casemates CA19 PN-EN et sur entrée du fort AT1-AT2-AT3-PJ3	CM-BS	MIP21-SX2 MIP21-SG2	FC-FC-D
Fort Central	talus	Talus sur casemates C14-CG2-CA17	CM-BS	MIP21-SX2 MIP21-SG2 ES	FC-FC-E



Adresse : Subatech - Ecole des Mines de Nantes

4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes cedex 3

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :
00

Date :
18/05/01

Page :12 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

3.1.3 La zone externe au fort central

Site	Zone	Description	Méthodologie de mesures	Appareil	Codification
Zone externe au fort central	Périmètre du site	Voie de contrôle du périmètre du site	IR-L	ECM21-SG2	ZE-PS
Zone externe au fort central	Voies de communication	Voies de communications entre les bâtiments	IR-L	ECM21-SG2	ZE-VC
Zone externe au fort central	Parking entrée du site		IR-L	ECM21-SG2	ZE-PK
Zone externe au fort central		Zone non construite HEP (FP-CA)	CM-BS IM-S	ES ECM21-SG2	ZE-ZN-E
Zone externe au fort central		Zone non construite Nord Entre parking HP-MEC et Z	CM-S	ES	ZE-ZN-A
Zone externe au fort central		Terrain de foot	CM-S	MIP21-SG2	ZE-ZN-B
Zone externe au fort central		Terrain de tennis	CM-S	MIP21-SG2	ZE-ZN-C
Zone externe au fort central		Zone des entreprises extérieures	CM-S	MIP21-SG2	ZE-ZN-D
Zone externe au fort central		Zone Nord de la batterie Nord	CM-S	MIP21-SG2	ZE-ZN-F
Zone externe au fort central		Zone aire de brûlage	CM-BS	MIP21-SG2	ZE-ZN-AB
Zone externe au fort central	Périmètre externe du fort	Zone HEP (K21-GK10-EFC)	CM-BS	ES	FC-P-A
Zone externe au fort central	Périmètre externe du fort	Zone HEP (HP-MEC)	CM-BS	ES	FC-P-B
Zone externe au fort central	Périmètre externe du fort	Zone K1-FC-K15	CM-BS	ES	FC-P-C
Zone externe au fort central	Périmètre externe du fort	Zone K15-GK15-S1-U2	CM-BS	ES	FC-P-D
Zone externe au fort central	Périmètre externe du fort	Zone SG1-SG2-LG3	CM-BS	ES	FC-P-E



ECOLE DES MINES DE NANTES

Adresse : Subatech - Ecole des Mines de Nantes

4, rue Alfred Kastler - La Chantrerie - BP 20722 - 44307 Nantes cedex 3

Tél. 02 51 85 84 01 - Fax 02 51 85 84 52 - <http://www.smart-subatech.com>

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :
00

Date :
18/05/01

Page : 13 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

3.1.4 Les points de référence hors du site :

Site	Zone	Description	Méthodologie de mesures	Appareil	Codification
Extérieur au site	Rue de la bergerie	Haut du chemin pied talus	MP-CI	ES	ES-A
Extérieur au site	Rue de la bergerie	Haut du chemin barrière	MP-CI	ES	ES-B
Extérieur au site	Rue poltron	Porte du lavoir	MP-CI	ES	ES-C
Extérieur au site	Rue poltron	Terrain à côté du lavoir	MP-CI	ES	ES-D
Extérieur au site	Rue poltron	à 50 mètres du lavoir	MP-CI	ES	ES-E
Extérieur au site	Rue Lefèvre	Panneau entrée village COUNTRY	MP-CI	ES	ES-F
Extérieur au site	Courtry	Bordure du terrain de tennis	MP-CI	ES	ES-G
Extérieur au site	Courtry	Terrain de football (sable)	MP-CI	ES	ES-H
Extérieur au site	Courtry	Pelouse du parc de la mairie	MP-CI	ES	ES-I

3.2 Déroulement des opérations de mesures :

3.2.1 Première campagne :

Date	Météo	Opérations
23/04/01	Nuageux avec quelques averses	Calage des appareils de mesure Mesures de FC-FD-AetB, FC-FC A et FC-FC-B1,B2 et B3
24/04/01	Pluvieux	Mesures de FC-FC-B4 et B5 FC-FC-CA1, des zones du poste PH
25/04/01	Nuageux avec des averses orageuses	Mesures des zones du poste RX1 Mesures complémentaires sur les zones FC-PH-B, C et E
26/04/01	Nuageux, éclaircies	Mesures des zones du poste RX3
27/04/01	Beau	Mesures des zones FC-FC-D et FC-FC-E Mesures des points singuliers avec la CRIIRAD

SUBATECH Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes			Doc. : DEV.00.012 A Version : 00 Date : 18/05/01 Page : 14 / 28
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS			

3.2.2 Les points de référence hors du site

Site	Zone	Description	Méthodologie de mesures	Appareil	Codification
Extérieur au site	Rue de la bergerie	Haut du chemin pied talus	MP-CI	ES	ES-A
Extérieur au site	Rue de la bergerie	Haut du chemin barrière	MP-CI	ES	ES-B
Extérieur au site	Rue poltron	Porte du lavoir	MP-CI	ES	ES-C
Extérieur au site	Rue poltron	Terrain à côté du lavoir	MP-CI	ES	ES-D
Extérieur au site	Rue poltron	à 50 mètres du lavoir	MP-CI	ES	ES-E
Extérieur au site	Rue Lefèvre	Panneau entrée village COUNTRY	MP-CI	ES	ES-F
Extérieur au site	Courtry	Bordure u terrain de tennis	MP-CI	ES	ES-G
Extérieur au site	Courtry	Terrain de foot (sable)	MP-CI	ES	ES-H
Extérieur au site	Courtry	Pelouse du parc de la mairie	MP-CI	ES	ES-I

3.3 Déroulement des opérations de mesures

3.3.1 Deuxième campagne

Date	Météo	Opérations
02/05/01	Beau	Mesure du périmètre du site ZE-PS Et de ZE-PK
03/05/01	Orageux avec averses	Mesures des voies de communications ZE-VC
04/05/01	Nuageux	Fin des mesures des voies de communication Mesures de la zone ZE-ZN-E

SUBATECH Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes			Doc. : DEV.00.012 A Version : 00 Date : 18/05/01 Page : 15 / 28
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS			

3.3.2 Troisième campagne

Date	Météo	Opérations
09/05/01	Beau	Mesure des zones FC-P-A, B,C ,D et E
10/05/01	Beau	Mesure des zones ZE-ZN-A, B,C ,D et F Spectrométrie gamma des points singuliers PS1 et PS 17
11/05/01	Nuageux	Réunion de synthèse de la campagne de scanning

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :
00

Date :
18/05/01

Page : 16 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

4. Résultats des mesures

4.1 Postes de tir du fort central

Zone	Activité mesurée sonde c/s			Activité calculée Sonde ES c/s			Débit de dose calculée ES $\mu\text{Sv/h}$			Points singuliers
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	
FC-RX1-A	17,6	22,9	31,2	75	89	110	0,054	0,058	0,064	
FC-RX1-B	17,3	26,3	35,7	75	99	124	0,054	0,061	0,069	
FC-RX1-C	26,4	32,4	41,4	100	116	140	0,061	0,066	0,073	PS 5'
FC-RX1-D	15,8	32,8	40	70	114	132	0,052	0,066	0,071	
FC-RX1-E	8	12	15	77	96	110	0,055	0,060	0,064	PS4 – PS5
FC-RX1-F	90	110	121	90	110	121	0,060	0,064	0,068	
FC-PH-A	18,6	23,9	30,4	79	93	110	0,055	0,059	0,064	
FC-PH-B	26,8	33,8	41,2	101	119	139	0,062	0,067	0,073	
FC-PH-C	24,4	30,9	42,2	94	112	142	0,060	0,065	0,074	
FC-PH-D	8	15	20	77	110	134	0,055	0,064	0,072	PS2 – PS3
FC-PH-E	24	34,8	47	91	119	150	0,059	0,067	0,076	
FC-PH-F	21	29,6	38	84	106	127	0,057	0,063	0,070	
FC-PH-G	8	15	25	77	110	158	0,055	0,064	0,079	
FC-PH-H	25	33,1	42	94	115	138	0,060	0,066	0,073	
FC-PH-I	60	—	120	60	—	120	0,073	0,049	0,067	
FC-RX3-A	8	13	20	77	100	134	0,055	0,060	0,067	PS6-PS7
FC-RX3-B	70	95	120	70	95	120	0,052	0,060	0,067	
FC-RX3-C	7	—	20	72	—	134	0,053	—	0,072	
FC-RX3-D	90	110	130	90	110	130	0,058	0,064	0,070	
FC-RX3-E	27	35	49	99	120	156	0,061	0,068	0,078	

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :

00

Date :

18/05/01

Page : 17 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

4.2 Les voies de communication et les talus du fort central

Zone	Activité mesurée sonde c/s			Activité calculée Sonde ES c/s			Débit de dose calculée ES μ Sv/h			Points singuliers
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	
FC-FD-A	20,4	32	49,8	82	112	158	0,056	0,065	0,079	
FC-FD-B	21,8	29,3	39,7	86	105	132	0,057	0,063	0,071	
FC-FC-A	18,9	25	37,1	80	96	128	0,055	0,060	0,070	
FC-FC-B1	80	—	110	80	—	110	0,055	—	0,064	
FC-FC-B2	80	—	115	80	—	115	0,055	—	0,066	
FC-FC-B3	80	—	115	80	—	115	0,055	—	0,066	PS1
FC-FC-B4	12	—	20	96	—	134	0,060	—	0,072	
FC-FC-B5	6	—	18	67	—	124	0,052	—	0,069	
FC-FC-CA1	80	—	130	80	—	130	0,055	—	0,070	
FC-FC-CA2	7	—	22	72	—	143	0,053	—	0,074	PS8
FC-FC-D	7	13	25	72	100	158	0,053	0,064	0,079	
FC-FC-E	90	—	130	90	—	130	0,058	—	0,070	PS 9,10,11,12, 13,14,15

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :
00

Date :
18/05/01

Page : 18 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

4.3 La zone externe au fort central

Zone	Activité mesurée sonde c/s			Activité calculée Sonde ES c/s			Débit de dose calculée ES μ Sv/h			Points singuliers
	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	Min	Moy	Max	
ZE-PS	17,3	32,5	41,5	74	113	136	0,054	0,065	0,072	
ZE-VC	20,4	25	35,8	82	94	122	0,056	0,060	0,068	
ZE-PK	18	25,3	36	77	97	125	0,055	0,061	0,069	
ZE-ZN-A	110	—	114	110	—	114	0,064	—	0,066	
ZE-ZN-B	25	45	55	96	149	176	0,060	0,076	0,084	
ZE-ZN-C	20	35	55	83	123	176	0,056	0,068	0,084	
ZE-ZN-D	23	35	56	91	123	179	0,059	0,068	0,085	
ZE-ZN-E	27	36,2	44	99	123	143	0,061	0,068	0,074	PS16
ZE-ZN-F	80	110	150	80	110	150	0,055	0,064	0,076	
ZE-ZN-AB	37	—	40	128	—	136	0,070	—	0,072	
FC-P-A	80	110	130	80	110	130	0,055	0,064	0,070	
FC-P-B	50	—	80	50	—	80	0,046	—	0,055	
FC-P-C	60	—	80	60	—	80	0,049	—	0,055	
FC-P-D	60	—	80	60	—	80	0,049	—	0,055	
FC-P-E	16	35	45	72	123	149	0,053	0,068	0,076	PS17

4.4 Points de référence hors du site

Site	Activité mesurée ES en c/s	Débit de dose en $\mu\text{Sv/h}$
ES-A	113	0,06
ES-B	112	0,06
ES-C	280	0,16
ES-D	133	0,07
ES-E	122	0,06
ES-F	64	0,03
ES-G	78	0,04
ES-H	110	0,06
ES-I	89	0,05

SUBATECH

Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées

Unité Mixte de Recherche 6457

Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes

SMART

Doc. :

DEV.00.012 A

Version :
00

Date :
18/05/01

Page :20 / 28

CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS

4.5 Relevé des points singuliers

4.5.1 Mesures des points singuliers PS

Référence Zone	Nature	Au contact		A 1 mètre		BDF		remarque
		c/s	$\mu\text{Sv/h}$	c/s		c/s		
PS 1 FC-FC-B3	Terre	610	0,16	101	0,05	97	0,060	Uranium naturel
PS 2 FC-PH-D	Terre cailloux	317				103	0,053	
PS 3 C-PH-D	Terre cailloux	227				103	0,053	
PS 4 FC-RX1-E	Cailloux talus	280				90	0,051	
PS 5 FC-RX1-E	Cailloux mur	280				110	0,064	
PS 5' FC-RX1-C	Cailloux mur	210				100	0,050	
PS 6 FC-RX3-A	Terre talus	359	0,11	122	0,06	125	0,070	
PS 7 FC-RX3-A	Terre talus	392	0,14	118	0,06	125	0,070	
PS 8 FC-FC- CA2	Terre talus	3 152	2,11	158	0,07	97	0,050	Au pied paratonnerre
PS 9 FC-FC-E	Terre talus	470	0,17	136	0,05	99	0,050	
PS 10 FC-FC-E	Terre talus	528	0,19	139	0,05	110	0,064	
PS 11 FC-FC-E	Terre talus	282	0,09			110	0,064	
PS 12 FC-FC-E	Terre talus	205	0,07			110	0,064	
PS 13 FC-FC-E	Terre talus	398	0,14	109	0,05	110	0,064	
PS 14 FC-FC-E	Terre talus	265	0,11			110	0,064	
PS 15 FC-FC-E	Terre talus	258	0,10			110	0,064	
PS 16 ZE-ZN-E	terre	51954	39,6	2033	1,11	110	0,064	Radium 226
PS 17 FC-P-E	terre	690	0,44			63	0,04	

4.5.2 Résultats des mesures communes CRIIRAD-SUBATECH de points singuliers PS :

Référence	CRIIRAD – SPP2 – c/s			SUBATECH ES – c/s – μ Sv/h		
	contact	1 mètre	BDF	contact	1 mètre	BDF
PS 1	290	40	45	610 - 0,16	101 -0,05	97 -0,06
PS 4	120	45	45	262 - 0,13	98 -0,05	95 -0,05
PS 5	130	70	65	273 - 0,14	165 -0,09	158 -0,08
PC 2	600	40	40	990 - 0,32	80 -0,04	85 -0,05
PC 1	200	35		433 - 0,16	90 -0,04	84 -0,05
PS 2	150	55		307 - 0,16	126 -0,06	100 -0,06
PS 6	230	55	55	359 - 0,11	122 -0,06	125 -0,07
PS 7	220	55	50	392 - 0,14	118 -0,06	125 -0,07
PC 8	200	45	45	463 - 0,14	91 -0,04	91 -0,053
PS 8	1500	75	45	3152 - 2,11	158 -0,07	97 -0,05

4.6 Commentaires :

- Les différentes sondes qui ont servi pour la mesure des activités sont indiquées par zone dans les tableaux des paragraphes 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 et 3.1.4
- Pour comparer toutes ces mesures, effectuées avec des sondes différentes, il a été reporté dans deux colonnes les activités équivalentes à la sonde ES (calculées à partir des correspondances des valeurs instrumentales du paragraphe 2.2.2) et les débits de dose.
- Les points singuliers, détectés à 3 fois le bruit de fond de la zone, ont été mesurés avec l'Easyspec.
- Ces points ont été visualisés sur le terrain par de la peinture rouge
- Deux points ont été mesurés avec un spectromètre GeHP portable de type « p », les points PS1 et PS16. Il y a été identifié de l'uranium naturel avec ses descendants sur le point PS1 et du radium 226 et ses descendants sur le point PS16.

5. Conclusions :

- Le bruit de fond en activité gamma du fort est du même niveau que celui mesuré hors du site excepté deux zones :
 - L'environnement proche des deux points PS1 et PS2 dans la zone FC-PH-D
 - L'environnement proche des deux points PS9 et PS10 autour de la cheminée d'aération de la casemate CA14

Dans ces zones le bruit de fond moyen est d'environ 2 fois celui du site.

SUBATECH Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	Doc. : DEV.00.012 A Version : 00 Date : 18/05/01
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS	Page : 22 / 28

- Nous avons décelé 15 points singuliers dans le fort central et 2 à l'extérieur du fort dont 2 d'activité relativement importante, 30 fois et 400 fois le bruit de fond de la zone, soit PS8 au pied du paratonnerre de la casemate CA15 et PS16 au pied d'un lampadaire au bord de la route dans la zone ZE-ZN-E.
- Les autres points singuliers sont de 3 à 10 fois le bruit de fond des zones considérées.
- Cette campagne avait principalement pour but d'évaluer le niveau ambiant du site et de déceler des points singuliers à 3 fois le bruit de fond au moins.
- Le laboratoire SUBATECH a principalement prospecté les zones hors bâtiments (talus, voies de communications, zones non construites, zones végétalisées et débroussaillées) en explorant plus particulièrement l'environnement des 3 points de tirs RX1, RX3 et PH.
- Deux points seulement ont pu être mesurés en spectrométrie gamma pour identifier les radioéléments présents.

SUBATECH Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes		Doc. : DEV.00.012 A
		Version : 00
		Date : 18/05/01
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS		Page :23 / 28

6. Annexes

6.1 Annexe 1 : Repérage des zones de mesure Fort Central

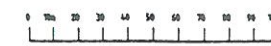
SUBATECH Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes 	Doc. : DEV.00.012 A Version : 00 Date : 18/05/01 Page :25 / 28
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS	

6.2 Annexe 2 : Repérage des zones de mesure hors fort central

SUBATECH Laboratoire de Physique subatomique et des technologies associées Unité Mixte de Recherche 6457 Ecole des Mines de Nantes, IN2P3/CNRS, Université de Nantes	Doc. : DEV.00.012 A Version : 00 Date : 18/05/01 Page : 27 / 28
CAMPAGNE DE MESURES RADIOLOGIQUES SUR LE SITE DE VAUJOURS	

6.3 Annexe 3 : Repérage des points singuliers

ones Exterieurs Fort central: ZE



FORT CENTR

Echelle: 1/100

Zones Fort Central: F.C.

HEP

HE

FC RX1

FC.PH

FC.RX3

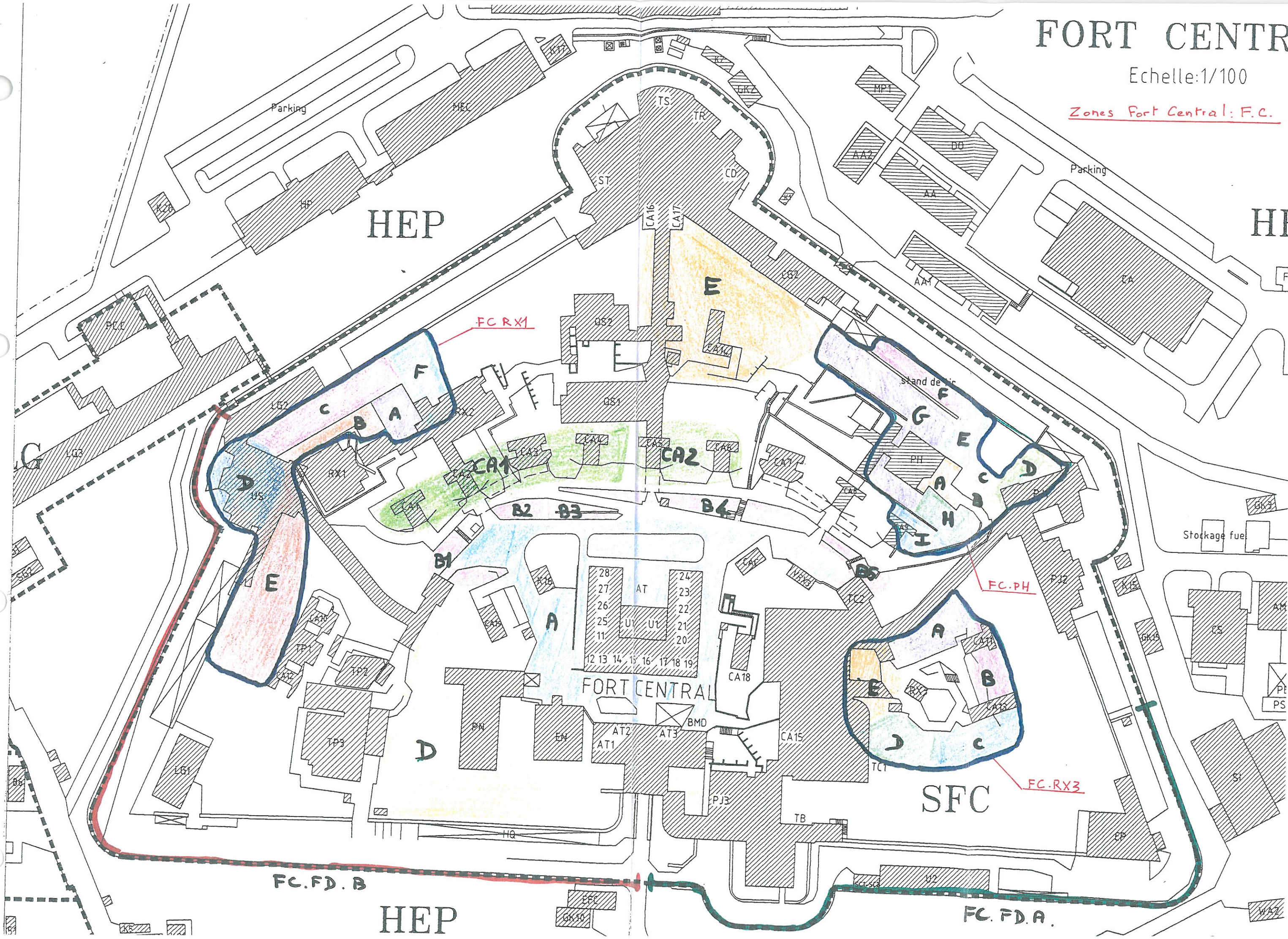
FC.FD.B

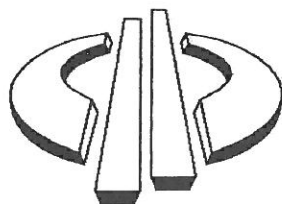
FC.FD.A

HEP

SFC

FORT CENTRAL





CRII-RAD

Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité

Note d'avancement VAUJOURS 1 / Version provisoire

Site de VAUJOURS / Fin des prédétections radiamétriques CRIIRAD

Etude réalisée par le laboratoire de la CRIIRAD à la demande des
associations locales de protection de l'environnement, avec le soutien
financier de la DSIN, etc...

Date de réalisation des mesures : 23 au 27 avril 2001.

Date de publication: 11 mai 2001 (version provisoire)

Responsable d'étude : Bruno CHAREYRON, ingénieur en physique nucléaire,
Responsable de la mission de terrain : Christian COURBON, technicien spécialisé,
Assistant : Yann Meyer, Géologue

LABORATOIRE DE LA CRIIRAD

471, Avenue Victor Hugo, 26000 Valence

☎ 04 75 41 82 50

☎ 04 75 81 26 48

INTRODUCTION

Historique du site de VAUJOURS

Les éléments historiques reproduits ci-dessous sont issus de la note « *Abandon du site de Vaujours / Clôture de l'Enquête Publique / Mémoire en réponse / CEA 1^{er} juillet 2000* ».

La construction du Fort de Vaujours a été décidée en 1874. Pendant la guerre de 1940, le site a été occupé par l'armée allemande et a servi au stockage de produits explosifs et de munitions, notamment au sein du fort central. Les munitions ont été détruites par l'armée allemande à son départ. A partir de 1947, le site a été exploité par divers laboratoires du Service des Poudres pour des recherches sur la chimie et la physique des explosifs. Des essais expérimentaux ont alors été réalisés dans les locaux du Fort Central et ses annexes pour divers objectifs de la Défense Nationale (munitions, fusées,...).

Le Centre d'Etudes de Vaujours a été créé le 3 juin 1955 sur le terrain militaire mis à disposition par le Ministère de la Défense pour effectuer toutes études sur les poudres et explosifs utiles à la réalisation d'armes nucléaires. Il a alors été placé sous la direction du Commissariat à l'Energie Atomique (CEA) avec l'appui technique des services de la défense. De 1955 à 1997, le CEA y a construit, sur les 45 hectares, plus de 300 bâtiments à usage de bureaux ou de laboratoires autour du fort central ainsi que des casemates d'expérimentation détonique à l'intérieur de celui-ci. De 1955 à 1997, le centre CEA de Vaujours a eu comme activités la conception, le développement et la mise au point de nouveaux explosifs chimiques et édifices pyrotechniques.

La procédure d'abandon

Le site CEA de Vaujours a fait l'objet en mars 1998 d'une procédure relative à l'arrêt des activités par remise d'un « dossier d'abandon » des activités à l'autorité préfectorale. Du 9 mai au 10 juin 2000 a eu lieu une enquête publique en vue de l'abandon du site. La révélation d'essais mettant en œuvre de l'uranium (naturel et appauvri) a entraîné une inquiétude dans la population locale.

Le CEA a alors proposé de réaliser des études complémentaires de type hydrogéologique (confiée au BURGEAP) et radiologique (confiée à SUBATECH). Le budget alloué à ces études est de l'ordre de 3 MF.

Le rôle de la CRIIRAD

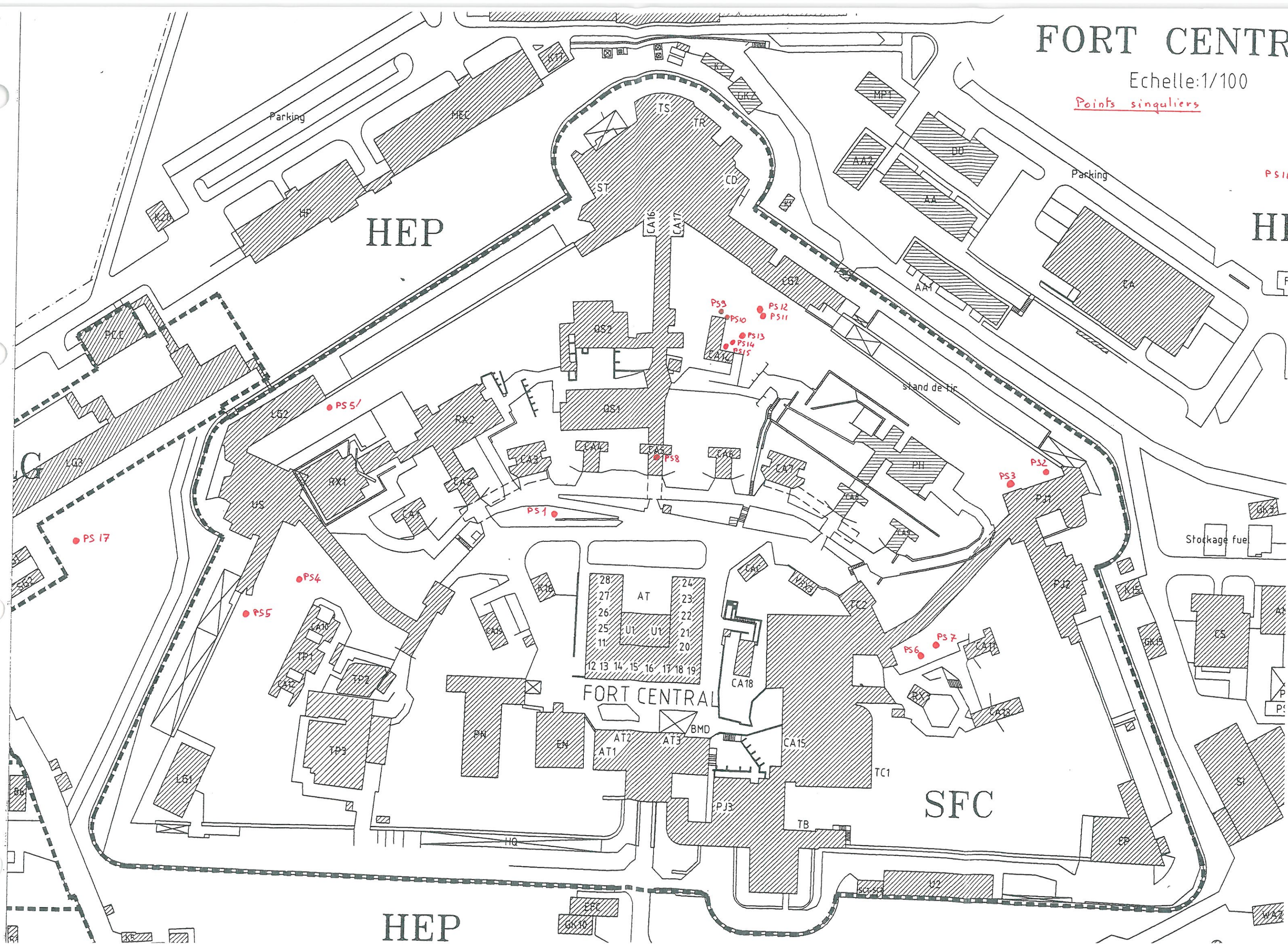
Un comité de pilotage a été instauré sous la direction du préfet. Les associations représentées dans ce comité ont demandé à pouvoir disposer de leur propre expert scientifique. Le laboratoire de la CRIIRAD intervient donc dans ce dossier en tant qu'expert des associations.

La DSIN a débloqué une enveloppe de 100 kF pour financer la participation du laboratoire de la CRIIRAD aux expertises. Le complément à 200 kF est en cours de négociation avec le CEA et les Collectivités Locales.

FORT CENTR

Echelle:1/100

Points singuliers



Compte tenu des moyens alloués, la mission du laboratoire de la CRIIRAD n'est pas de réaliser une étude radiologique complète du site mais de participer à une partie des travaux commandités par le CEA. Ces travaux ont fait l'objet d'un cahier des charges validé par le professeur Guillaumont.

1. BILAN DE LA CAMPAGNE DE PRE-DETECTION RADIOMETRIQUE

1.1. Rappel des objectifs

La première phase de l'étude consistait en une cartographie radiamétrique du site de Vaujours. La présence d'uranium naturel ou appauvri peut être mise en évidence par la mesure d'un excès du flux de rayonnement gamma au contact des sols. L'uranium 238 est en effet rapidement en équilibre avec le thorium 234 et le protactinium 234m qui émettent en se désintégrant des rayonnements gamma. L'uranium 235 émet également en se désintégrant des rayonnements gamma. Une telle cartographie peut permettre de détecter la présence éventuelles d'autres sources de rayonnement liées aux activités pratiquées sur le site (paratonnerres, détecteurs d'incendie, sources scellées).

La présente note rend compte des résultats de la mission CRIIRAD du 23 au 27 avril 2001. Il s'agissait pour chaque laboratoire (CRIIRAD et SUBATECH) :

1. D'effectuer une mission de pré-détection radiamétrique afin de déterminer les niveaux naturels de rayonnement au contact du sol et de détecter les zones présentant une radioactivité anormale,
2. D'effectuer un repérage général du site de Vaujours et de ses environs en vue d'affiner le plan de prélèvement et de mesures ultérieures.

Le présent document constitue une présentation préliminaire et synthétique des résultats en vue de la réunion du 11 mai 2001 sur site. Les cartes en couleur et les documents définitifs seront présentés dans le rapport définitif.

1.2. Méthode employée

Les mesures de terrain ont été réalisées du 23 au 27 avril 2001 par Christian COURBON, technicien spécialisé, responsable des missions de terrain à la CRIIRAD depuis 1988 et Yann MEYER, géologue, assistant au laboratoire.

Il ne s'agissait pas pour le laboratoire de la CRIIRAD, compte tenu du budget et donc du temps imparti, de réaliser une cartographie exhaustive, cette mission étant confiée au laboratoire SUBATECH, mais de réaliser quelques mesures exploratoires à l'intérieur et dans l'environnement proche de casemates où ont eu lieu des tirs à l'uranium et dans les secteurs pouvant avoir été soumis a priori à un impact par le ruissellement (douve) ou par un dépôt atmosphérique de poussières (secteur Nord-Est).

Dans les casemates, le laboratoire de la CRIIRAD a attaché une attention particulière aux zones sensibles. En particulier les regards des évacuations d'eau et les cheminées ont fait l'objet de contrôles systématiques.

Liste des secteurs explorés

Les secteurs explorés par les techniciens de la CRIIRAD sont surlignés en bleu clair sur la carte C1 jointe. Il s'agit :

- Des 5 casemates référencées par le CEA comme ayant fait l'objet de tirs à l'uranium (LG3, RX1, TC1, RX3, PH),
- De la majorité des casemates à l'intérieur du fort central, à l'exception de celles qui étaient inondées (PJ1 et 2) ou murées (TP2). Dans certains cas, les parties murées ont été franchies au moyen d'une échelle,
- De la butte RX3 et de l'environnement proche de PH en balayage aléatoire,
- De 80 % du sous-sol du fort central, cette visite a été possible grâce à la coopération du CEA,
- D'une partie des douves côté intérieur du Fort Central,
- Du chemin longeant les douves au Nord-Est à l'extérieur du fort central,
- De 2 fosses de brûlage situées au Nord-Ouest du site,
- Du Bâtiment 32 (stockage de sources scellées) situé au Sud-Ouest du fort central,
- De terrains nus situés au Nord-Est du site (zone soumise à l'impact éventuel de poussières issues du fort central) : à partir du bâtiment K20 le long de la clôture délimitant un terrain vague, et le long de la clôture électrifiée (chemin de ronde) depuis l'angle Nord-Est jusqu'à l'entrée.

Types de contrôles radiamétriques

Les différents sites ont été traités selon l'une ou l'autre des 2 approches suivantes :

- Mesures systématiques à pas constant (10 mètres en général) selon une trajectoire en ligne droite. Cette technique a été utilisée en particulier : le long de la clôture électrifiée, dans une partie des douves, dans l'environnement de RX3.
- Mesures par balayage ou par points sélectionnés de façon aléatoire ou au jugé. Cette méthode a été utilisée dans les 5 casemates où avaient été pratiqués des tirs à l'uranium et dans leur environnement proche. Dans les casemates, outre les mesures au sol, ont été réalisées des mesures sur les murs à environ 1,5 mètres au dessus du sol.

Les mesures ont été effectuées systématiquement au contact du terrain. En un nombre limité de stations, des mesures complémentaires ont été effectuées à 1 mètre de hauteur (cf tableaux T1 et T2 ci-après).

Appareils utilisés

Les mesures de flux de rayonnement gamma ont été effectuées au moyen d'un scintillomètre SPP2. Il présente l'avantage d'être relativement directionnel, de donner des résultats en coups par secondes (c/s) dans une gamme familière (le SPP2 est l'appareil de référence des prospecteurs d'uranium).

Des mesures de pré-détection ont également été effectuées au moyen d'un radiamètre DG5 de marque NOVELEC. Il s'agit d'un appareil léger et maniable, à dynamique rapide, et très sensible. Lorsque des secteurs présentant un rayonnement anormal étaient détectés au DG5 une mesure SPP2 au contact a systématiquement été réalisée.

Afin de faciliter la tâche du lecteur, les mesures citées dans le texte du rapport, et les mesures ayant servi à établir les cartes sont systématiquement celles effectuées au SPP2. Une carte radiamétrique est en cours de

finalisation. Il faut garder à l'esprit que le fond de carte utilisé ne correspond pas exactement à la réalité du terrain (présence de buttes de terre sur tout ou partie des bâtiments, ...).

Représentation cartographique

Les flux de rayonnement gamma au contact des sols sont représentés selon un code couleur avec 4 niveaux :

- ◆ valeurs inférieures à 80 c/s en vert clair (mesures typiques du niveau naturel de référence évalué à 40 à 70 c/s selon les secteurs),
- ◆ valeurs comprises entre 80 c/s et 120 c/s en vert foncé (fourchette correspondant aux valeurs inférieures à 3 fois le bruit de fond de 40 c/s),
- ◆ valeurs comprises entre 120 c/s et 200 c/s en jaune (fourchette correspondant aux valeurs comprises entre 3 et 5 fois le bruit de fond de 40 c/s),
- ◆ valeurs supérieures à 200 c/s en rouge (valeurs supérieures à 5 fois le bruit de fond de 40 c/s).

Afin de ne pas surcharger les cartes, les mesures les plus représentatives ont été sélectionnées de façon à rendre une image permettant d'apprécier pour un secteur donné : le niveau moyen et les principaux points chauds. Il faut garder à l'esprit que la phase 1 consistait plus en une exploration radiamétrique qu'en une cartographie au sens strict (qui aurait nécessité des relevés topographiques et un pas métrique serré, hors du champ de la présente étude).

1.3. Principaux résultats de la campagne de prédétection radiamétrique

1.3.1. L'environnement naturel de référence

Le flux de rayonnement gamma au contact des terrains naturels est compris entre 40 et 70 c/s SPP2. Les valeurs les plus faibles ont été mesurées sur le bitume de la route devant LG3 (40 c/s) et sur un sentier longeant les douves à l'extérieur du Fort Central (30 à 50 c/s). Il est possible de descendre à 25 c/s à l'intérieur de certains bâtiments (atténuation par le béton du rayonnement naturel du sol).

Ce flux peut-être variable à quelques mètres de distance en fonction de la nature du substratum et de la couverture végétale.

Ces mesures permettent de considérer que les flux de rayonnement gamma au contact du sol sont a priori de l'ordre de 30 à 70 c/s en situation naturelle. Sachant que sur certaines roches nues en particulier dans les anciens tunnels d'accès, il est possible d'observer des valeurs nettement supérieures. Au delà de 120 c/s environ, soit 3 fois le bruit de fond estimé à 40 c/s, il est recommandé de s'interroger sur l'origine et la nature de l'excès de rayonnement.

1.3.2. Contrôle des casemates de tir à l'uranium

Dans la suite du texte on considère, conformément au cahier des charges, qu'un point singulier (point chaud) correspond à des valeurs supérieures à 3 fois le bruit de fond soit 120 c/s SPP2. Au cours de son exploration, le laboratoire de la CRIIRAD a détecté 8 points chauds qui sont présentés dans le tableau T1 ci-dessous et figurent sur la carte C1.

1.3.2.1. Casemate LG3 et bâtiment PC.C situé au Nord

Aucune anomalie n'a été détectée tant à l'intérieur (y compris 2 puisards) qu'à l'extérieur et sur le toit du bâtiment (y compris intérieur des cheminées d'aération).

A l'intérieur, dans la zone réhabilitée qui comprenait la cuve, l'activité est comprise entre 25 et 35 chocs par seconde (maximum mesuré ponctuellement 40 c/s). Il en est de même dans la salle latérale qui contenait les appareils de mesures (dans la zone non inondée).

A l'extérieur, le bruit de fond sur la route, au niveau de la sortie latérale de LG3 est de 40 c/s. Des mesures systématiques ont été effectuées sur le toit de LG3, recouvert de terre, sur une longueur de 90 mètres ainsi qu'au pied des cheminées. Les valeurs obtenues varient de 45 à 50 c/s. Un contrôle près du puits donne les mêmes valeurs. Un balayage aléatoire autour du site donne des valeurs équivalentes.

Un contrôle a été effectué autour de l'évacuation de la tourelle située sur le toit et donne une valeur de 60 f/s (valeur DG5).

1.3.2.2. Casemate PH

Aucune anomalie n'a été détectée à l'intérieur (y compris regards, cheminée et toiture). Dans la chambre de tir, les valeurs varient entre 30 et 40 c/s. Dans les bâtiments annexes, dans une pièce contenant des lavabos en céramique, au Nord de la chambre de tir, on mesure 50 c/s. Dans la galerie qui mène vers le centre du fort les mesures sont comprises entre 50-55 c/s au centre et 60-70 c/s le long des murs. Il s'agit d'une galerie en pierre, étroite et voûtée.

Un contrôle par balayage a été effectué par la CRIIRAD dans l'environnement de PH entre le mur Ouest et les douves, zone qui recouvre les secteurs 76, 77, 78 et 163.

- Le long du mur à l'Ouest et au Nord de la chambre de tir (Est des secteurs 165, 161 et 159) les valeurs varient entre 35 et 40 c/s et passent à 45-50 c/s en descendant le talus vers le chemin. Sur le chemin, on mesure 40 c/s.
- Dans l'environnement à l'Est de la chambre de tir, les secteurs 76 et 77 sont à 45-50 c/s à l'exception de 2 points chauds sur la terre détectés la veille (mardi 24 avril 2001) par SUBATECH (voir ci-après tableau T2).

La terre a été décapée dans le secteur 77. Au centre du décapage les valeurs mesurées sont de 45-50 c/s, mais à l'extrémité Nord du décapage se trouve une zone d'un rayon de 1m environ à 80 c/s, autour des racines dénudées d'un arbre.

1.3.2.3. Casemate RX1

L'intérieur de la casemate et le toit en béton plus la bordure en terre ont été contrôlés. La CRIIRAD a détecté 3 points chauds :

- ◆ PC1 dans un évacuateur d'eau en béton sous la grille (200 c/s SPP2),
- ◆ PC2 sur un angle en toiture extérieure sur béton recouvert de terre moussue (600 c/s). Le point chaud est très ponctuel et un déplacement de quelques centimètres fait chuter brutalement le flux gamma,
- ◆ PC3 dans une galerie technique sur la terre au fond d'un puisard (130 c/s SPP2). Un prélèvement de terre est possible en ce point.

En dehors de ces points chauds, on mesure 35 c/s au centre de la chambre de tir et 40-45 c/s contre les murs à hauteur d'homme et contre le sol. On trouve des valeurs équivalentes dans la salle située au Nord, et des valeurs inférieures dans celle située au Sud (25 c/s). Autour de cette salle, sur le toit en béton de ces bâtiments et sur la bande terreuse entre les bâtiments et le mur d'enceinte, on obtient des valeurs allant de 35 à 40 c/s et 25 c/s dans le patio entre RX1 et RX2.

Les abords extérieurs en cours de débroussaillage n'ont pas été contrôlés par la CRIIRAD. SUBATECH a détecté 2 points chauds (voir tableau T2 : 120 et 130 c/s SPP2 CRIIRAD).

1.3.2.4. Casemate TC1

A l'intérieur de la casemate (fosse, pièces en dessous hydrosablées, chambre de tir piquée et bétonnée) la CRIIRAD a détecté 2 points chauds :

- ♦ PC4 à 2 mètres environ au dessus du sol dans un interstice à la jonction d'un mur béton et de la partie rapportée (200 c/s SPP2). Un échantillonnage nécessitera l'utilisation d'un marteau piqueur,
- ♦ PC5 à 20 centimètres environ au dessus du sol au débouché d'un tuyau métallique horizontal (200 c/s SPP2).

Le toit recouvert de terre et les cheminées ont été contrôlés attentivement.

L'état radiologique au 01/02/98 faisait mention d'un prélèvement dans cette zone dont l'analyse donnait un peu plus de 1000 Bq/kg en uranium (point 1, secteur 139). Les valeurs mesurées par la CRIIRAD dans cette zone sont comprises entre 60-65 c/s (DG5) contre 45-50 c/s (DG5) dans le secteur 138. Un trou de 20 cm de côté et de profondeur pouvant correspondre au prélèvement a été repéré dans le secteur 139. Au fond de ce trou, le DG5 indiquait une valeur de 90 c/s.

Les secteurs 147, 148 et 149 n'ont pas pu être contrôlés car ils présentent une pente très abrupte et rendue très glissante par la pluie.

1.3.2.5. Galerie de TC2 vers PJ

Les contrôles effectués à l'intérieur de la galerie ont fait apparaître 2 points chauds situés de part et d'autre de la galerie à environ 50 centimètres au dessus du sol PC6 (170 c/s SPP2) et PC7 (150 c/s SPP2). Le bruit de fond dans cette galerie est de l'ordre de 70 c/s. Il s'agit probablement de cailloux. SUBATECH réalisera une spectrométrie germanium de terrain afin de vérifier l'origine de l'excès de rayonnement.

La casemate PJ1 sous eau n'a pu faire l'objet que d'un contrôle superficiel.

1.3.2.6. Casemate RX3

Cette zone est selon le CEA celle où des tirs à l'air libre ont été pratiqués dans le passé.

L'intérieur de la casemate et le toit ont été contrôlés par la CRIIRAD qui n'a détecté aucune anomalie.

A l'extérieur, la CRIIRAD a réalisé des mesures systématiques sur 4 lignes partant des abords de RX3 en allant vers la crête sur une distance comprise entre 25 et 40 mètres, traversant plusieurs secteurs. Les valeurs obtenues sont comprises entre :

- 35 et 55 c/s pour les secteurs 105, 104 et 91,
- 40 et 60 c/s pour les secteurs 115 et 114,
- 45 et 60 c/s pour les secteurs 116, 106, 95 et 94.

La ligne de crête rejoignant les secteurs 114 et 94 dans le sens anti-horaire a fait également l'objet de mesures systématiques, au cours desquelles a été détecté 1 point chaud : PC8 (200 c/s SPP2). Il s'agit d'une anomalie très ponctuelle.

Globalement le versant Nord-Est présente des valeurs légèrement supérieures à celles mesurées sur les autres versants (55-60 c/s contre 45-50 c/s). C'est sur ce versant que SUBATECH a détecté, dans le cadre d'un scanning complet, 2 points chauds (220 à 230 c/s SPP2 CRIIRAD). Un échantillonnage de terre sera possible.

1.3.3. Autres secteurs

Le bâtiment HQ où SALVAREM avait découvert un parafoudre noyé dans le béton a fait l'objet de contrôles succincts qui n'ont révélé aucune anomalie (45 c/s ambiant dans HQ).

Le bâtiment 32 dédié au stockage des sources scellées a été contrôlé par la CRIIRAD. Aucune anomalie n'a été détectée.

Les fosses de brûlage ont été localisées par la CRIIRAD. Les deux fosses sont à distinguer :

- ♦ La plus petite (la plus à l'Ouest) présente un léger excès de rayonnement au contact des briques (100 c/s contre les briques et 60 c/s au centre de la fosse). A 5 m de part et d'autre de la fosse, ces valeurs sont à 40 c/s.
- ♦ la grande fosse est délimitée par des murs en béton et ne présente aucune anomalie (45 c/s contre les murs et au centre).

Près du puits P9, un effondrement laisse entrevoir des matériaux rapportés (plastiques) et l'amorce d'une cavité. Pour des raisons de sécurité seul un contrôle superficiel a été réalisé sur ce secteur qui fera l'objet de sondages réalisés ultérieurement par BURGEAP. Aucune anomalie n'a été détectée (40-50 c/s autour de l'effondrement et sur le terrain environnant).

La CRIIRAD a réalisé des mesures systématiques le long d'une route longeant les douves à l'extérieur du fort, à partir d'un point situé à quelques mètres de l'effondrement jusqu'au bâtiment MEC (sur environ 300 m). La moitié de ce trajet est carrossable, le reste est un sentier qui se termine dans les broussailles. Tant sur le chemin que sur les abords et sous la végétation, les mesures sont comprises entre 30 et 50 c/s.

Le même type de travail a été réalisé le long du chemin de ronde entre LG3 et l'entrée du centre, en deux parties :

- ♦ Tout d'abord le long d'une clôture séparant le chemin de ronde d'un terrain vague, côté pré, à partir du bâtiment K20 jusqu'au parking (50 à 60 c/s),
- ♦ Puis le long du chemin de ronde, contre la clôture électrifiée au niveau du parking jusqu'à l'entrée du site (45-60 c/s).

Ce trajet correspond à la limite Nord-Est du centre et a été défini en rapport aux vents dominants qui viennent du Sud-Ouest.

Une dernière ligne a été tracée dans les douves, partant du niveau de RX1 et aboutissant à TS. Les mesures ont été faites contre le mur externe et contre le mur interne si possible (30 à 60 c/s). Il n'a pas été possible d'aller au-delà de TS pour des mesures au contact du sol, les douves étant inondées à partir de ce point.

1.3.4. Bilan des mesures CRIIRAD sur Points chauds

Les mesures réalisées par la CRIIRAD sur les 8 points chauds qu'elle a mis en évidence sont regroupées dans le tableau T1 ci-dessous :

Tableau T1 : Mesures de flux de rayonnement gamma CRIIRAD sur points chauds

N° POINT	ZONE	Type	SPP2 (c/s)		DG5 (c/s)		Ratio SPP2 / DG5
			contact	1m	contact	1m	
PC-1	RX-1	Evacuation eaux / béton	200	35	265	72	0,75
PC-2	RX-1	Terre sur béton du toit	600	40	288	70	2,08
PC-3	RX-1	Terre puisard Galerie Technique	130		184		
PC-4	TC-1	Béton interstice mur (h =2 m)	200	50	205		0,98
PC-5	TC-1	Tube métal horizontal (h = 20 cm)	200	50	170		1,18
PC-6	Galerie PJ	Cailloux ? Mur (h = 50 cm)	170	80	250	130	0,68
PC-7	Galerie PJ	Cailloux ? Mur (h = 50 cm)	150	80	210	130	0,71
PC-8	RX-3	Butte terre extérieure	200	45			

1.3.5. Bilan des mesures comparatives entre les différents laboratoires

1.3.5.1. Comparaisons CRIIRAD / OPRI

Le lundi 23 avril en fin d'après-midi des mesures comparatives ont été réalisées au SPP2 par la CRIIRAD et l'OPRI sur un morceau de pechblende de 21 880 Bq apporté par l'OPRI. Ces mesures ont montré une bonne cohérence des appareils.

Tableau T3 : CRIIRAD et OPRI sur Pechblende

Distance	SPP2 (c/s)		DG5 (c/s)
	CRIIRAD	OPRI	CRIIRAD
Contact	1600	1300-1350	1681-1736
10 cm	260	255-265	349-393
50 cm	50-55	45-55	76-91

1.3.5.2. Comparaisons CRIIRAD / SUBATECH

Le vendredi 27 avril au matin des mesures comparatives ont été réalisées au SPP2 par la CRIIRAD et au moyen de l'Easyspec par SUBATECH sur 7 des points chauds trouvés par SUBATECH et 2 des points chauds trouvés par la CRIIRAD.

Ces résultats sont reportés dans le tableau ci-contre.

Ces mesures ont montré une bonne cohérence des appareils. L'écart moyen entre les valeurs en coups par seconde du SPP2 et de l'Easyspec est de l'ordre de 0,5.

Tableau T2 : Mesures comparatives CRIIRAD / SUBATECH sur points chauds

	Mesure CRIIRAD						Mesure SUBATECH						comparaison	
	DG5 en coups /s			SPP2 en coups /s			EASYSPEC en coups /s			EASYSPEC en $\mu\text{Sv/h}$			CRIIRAD / EASYSPEC	
	au Contact		à 1m	au Contact		à 1m	au Contact		à 1m	au Contact		à 1m	au Contact	
	Point Chaud	Point Chaud		BF	Point Chaud	BF	BF	Point Chaud	Point Chaud	Point Chaud	Point Chaud	Point Chaud	BF	Point Chaud
PS - 1 (talis en face CA 5)				45	290									
PS - 4 (Nord RX1)				45	120		45	45	95	262	98		0,16	0,05
PS - 5 (Nord RX1)				65	130		70	70	158	273	165		0,13	0,05
PC - 2 (toit RX1)				40	600		40	40		995	80		0,14	0,09
PS - 2 (zone 77 PH)				50	150		55	55	100	307	126		0,33	0,04
PS - 6 (RX 3)				55	230		55	55	125	359	122		0,16	0,06
PS - 7 (RX 3)				50	220		55	55	125	392	118		0,11	0,06
PC - 8 (RX 3)				45	200		45	45	91	463	91		0,14	0,06
PS - 8 (CA 5)	1700	110		45	1500		40	75	90	3152	158		0,14	0,04
													2,1	0,07

Manque PS 3

MOYENNE 0,51 0,46

CAHIER DES CHARGES POUR L'ETUDE DES EVENTUELS EFFETS SUR LA SANTE DES RIVERAINS DU FORT DE VAUJOURS.

Bref historique sur l'émergence des questions de santé dans la problématique générale.

Différentes craintes avaient été exprimées lors de la mise en place de la commission de suivi¹ du fort de Vaujours le 25 janvier 2001 :

- sur les travailleurs du Fort de Vaujours de la part d'associations : Demande de données statistiques les concernant
- sur la santé des populations riveraines.
- A Coubron : rumeur sur des cancers de la thyroïde

I - Elément de cadrage issu de la commission de suivi du 25 janvier 2001 :

On distinguera deux problématiques :

1) Celle des problèmes de santé rencontrés par la population des riverains du centre de Vaujours en lien avec une exposition environnementale résultante des activités du centre de recherche.

Hypothèse de travail : utiliser le bilan de la surveillance médicale des personnels de Vaujours (1956-1997) comme un indicateur des effets d'une éventuelle exposition environnementale de la population autour du site.

Commentaires :

- Les travailleurs du Fort de Vaujours constituent le groupe le plus exposé aux divers rejets de l'activité sur le site. On se situe donc dans la situation d'exposition maximale (contact cutanée et voie aérienne) pour voir apparaître des pathologies spécifiques en rapport avec ces activités. Si le bilan sanitaire de ce groupe ne montre aucun effet, alors la population, moins exposée à ces deux voies de contamination, est indemne.
- Une réserve peut être faite en ce qui concerne l'exposition par voie alimentaire qui résulterait d'une contamination chronique de l'eau. Elle sera à étudier en fonction des résultats rendus par le groupe technique sur cet aspect environnemental hydrogéologique.
- Par ailleurs, la population des travailleurs a été particulièrement bien suivie sur le plan médical tant au niveau des expositions que des effets.
- Effet « travailleur sain » : il peut être « contrôlé » dans ce cas précis puisque l'on disposera des éléments objectifs que sont les résultats des mesures biologiques d'exposition.

2) *Quid* des pathologies thyroïdiennes sur Coubron ?

¹ Compte rendu validé de la réunion du 25 janvier 2001.

Il convient de dissocier cette question de la problématique du Centre d'Etude de Vaujours (CEV) que l'on centre sur l'uranium - naturel et appauvri - sous réserve des résultats des mesures radiologiques et chimiques de l'étude environnementale du groupe technique.

Commentaires :

- L'Uranium naturel ou appauvri ne présente aucune toxicité thyroïdienne². Il n'est pas classé cancérogène par le Centre International de Recherche sur le Cancer ni par l'U.S. Environmental Protection Agency (E.P.A.). De nombreuses données produites par les études des cohorte des travailleurs des mines d'uranium sous-tendent ces affirmations.

Proposition :

Le médecin inspecteur de santé publique de la DDASS de la Seine Saint Denis étudie cette situation avec les professionnels concernés.

- Dans un premier temps on recensera les informations disponibles pour décrire le problème : qui, quoi, où, depuis quand ?
- Recherche bibliographique concernant la pathologie thyroïdienne.

L'objectif est de confirmer ou pas l'existence d'un problème de santé publique à Coubron.

3) Le groupe de travail

Sa composition a été validée réalisé lors de la réunion de la commission de suivi du 29 Mars 2001. L'équipe est constituée comme suit :

- Dr Carole SALVIO, médecin inspecteur de santé publique de la DDASS de Seine et Marne
- Dr Dominique DEJOUR SALAMANCA, médecin inspecteur de santé publique de la DDASS de Seine Saint Denis
- Dr Françoise COUDURIER, médecin inspecteur régional du travail (qualifiée en radioprotection)
- Dr Daniel SCHOULZ, médecin à la direction de la qualité et de la sécurité du CEA, Bruyères-Le-Châtel.
- Il est convenu que le Docteur Schoulz travaillera sur les données du CEA en partenariat avec le Docteur Giraud JM, conseiller médical du CEA, et le Docteur Pic F., chef du service médical du travail du CEA de Bruyères-le-Châtel.

Cette équipe s'attachera en tant que de besoin le concours d'experts : InVS, OPRI, INSERM, Centre Anti-poison ...

Ce groupe de travail rendra compte régulièrement de ses avancées au groupe technique. Il intégrera les résultats des études réalisées ainsi que les remarques des différents partenaires du groupe afin de réorienter éventuellement ses recherches.

² Voir bibliographie jointe en annexe 1 ; The LANCET ; Vol 357. January 27, 2001 pp244-246

II – Présentation de la démarche

1) Quelles informations recueillir ?

- Une rencontre a eu lieu le 14 mars à Bruyères-le-Châtel avec le docteur PIC, responsable du service de médecine du travail du CEA, le Dr GIRAUD, conseiller médical du CEA. Le Dr GIRAUD était par ailleurs le médecin du travail des travailleurs du CEV de 1982 à 1988. Les dossiers médicaux des travailleurs du CEV dont l'activité a cessé en 1997 sont actuellement archivés à Bruyères-le-Châtel.
- Les objectifs de cette réunion étaient de préciser :
 - Les éléments à réunir pour caractériser les différentes expositions. Les investigations seront axées en fonction du risque uranium conformément à la décision de la commission de suivi du 29 mars 2001 et parallèlement aux travaux menés par le groupe technique. On s'attachera à hiérarchiser ce risque en fonction des zones d'activité sur le site.
 - L'organisation de la surveillance des travailleurs du CEA et son évolution depuis 1957.
 - L'accessibilité des résultats de cette surveillance.
 - Les données qu'il resterait à obtenir : données environnementales, emploi et suivi du personnel intérimaire...

2) Quelles données, Quelles sources ?

<i>Objectif</i>	<i>Données à recueillir</i>	<i>Source</i>
<i>La surveillance médicale des travailleurs : description et organisation au CEV</i>	▪ Réglementation du travail en radioprotection et évolution depuis 1957 ▪ Moyens de la surveillance de l'exposition externe ▪ Moyens de la surveillance de l'exposition interne	CEA DRTEFP
<i>Repérage des personnels les plus exposés à l'uranium (types de postes) : hiérarchisation des risques en fonction des zones d'activité sur le site</i>	▪ Zones d'activités ▪ Données environnementales ▪ Fiches de postes et de nuisances	CEA et groupe technique CEA

<i>Objectif</i>	<i>Données à recueillir</i>	<i>Source</i>
<i>Principaux résultats de la surveillance médicale</i>	▪ Maladies professionnelles déclarées (tableau n°6)	DRTEFP / CRAMIF
	▪ Données agglomérées du suivi médical	CEA
	▪ Statuts vitaux des personnels de Vaujours*	CEA
	▪ Autres : incidents, CR	CEA, OPRI
	CHSCT	

- Statuts vitaux : le CEA participe à une étude (sur une cohorte de 115 000 travailleurs) menée par le C.I.R.C. (Centre International de Recherche sur le Cancer – Lyon). Cette étude permet de disposer à moyen terme du statut vital de tous les personnels du CEA. Il est possible d'en extraire les données concernant les personnes ayant travaillé au moins 1 an (cumulé) sur Vaujours depuis 1957 jusqu'en 1994. De plus, l'étude porte également sur les causes de décès qui font l'objet d'un enregistrement systématique par l'INSERM depuis 1968. Une comparaison par standardisation pourra être réalisée sur la sous population des travailleurs du CEV afin d'étudier une éventuelle surmortalité par cancer de 1968 à 1994 comparée à la population générale.

3) Accessibilité des données

<i>Données « rapidement » accessibles et exploitables</i>	<i>Données nécessitant manipulation pour synthèse et temps ++</i>
▪ Zones d'activités / site	▪ Hiérarchisation des travailleurs par rapport au risque >Uranium
▪ Données environnementales	
▪ Moyens de la surveillance médicale de 1983 à 1997	▪ Moyens de la surveillance médicale de 1957 à 1982
▪ Résultats de la surveillance de l'exposition externe de 1957 à 1997	▪ Résultats de la surveillance de l'exposition interne de 1957 à 1982
▪ Résultats de la surveillance de l'exposition interne de 1983 à 1997	▪ Evaluation de la mortalité par cancer des personnels ayant travaillé au CEV entre 1968 et 1994.

III- Calendrier

- *Objectif septembre 2001 : Présentation d'un rapport intermédiaire contenant les éléments suivants :*
- La hiérarchisation des activités développées sur le site en fonction du risque uranium
 - Le descriptif des moyens de la surveillance médicale
 - Une communication des résultats des données informatisées de la surveillance médicale :
 - Dosimétrie externe de 1957 à 1997
 - Dosimétrie interne de 1983 à 1997

Eventuellement, en fonction du travail accompli :

- Le nombre de maladies professionnelles (tableau 6)
- Le nombre d'incidents radiologiques (SCPRI/OPRI) de 1967 à 1997

➤ *Deuxième semestre 2001 :*

- Ajustement du cahier des charges en fonction des résultats des analyses environnementales (groupe technique) et des résultats précédents du groupe santé.
 - Analyse du nombre de décès par cancer (base de données CIRC/INSERM)
 - Synthèse générale et conclusions,
- dans l'objectif de produire un rapport final.

ANNEXE 7/4

COMPTE RENDU DU « GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE »
DU 25 SEPTEMBRE 2001

DRIRE
DO SANS

14/11/01



01SSPP001731

Diffusé le 15/11/01



DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE,
DE LA RECHERCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT
D'ILE-DE-FRANCE

10, RUE CRILLON - 75194 PARIS CEDEX 04

FAX : 01 44 59 47 00

Affaire suivie par Patrick Poirer

Tel : 01-44-59-48-68

N/REF : PP/BD/

14 NOV. 2001

Compte rendu de la réunion du 25 septembre 2001 du groupe de travail technique

En vue de la réunion de la commission de suivi du 2 octobre, une réunion du groupe technique s'est tenue le 25 septembre dans les locaux de la DRIRE à Savigny-le-Temple, afin d'examiner l'avancement des différents travaux menés pendant l'été. A cette réunion étaient présents, outre les membres du GT, les prestataires des études (Burgéap, Subatech), l'OPRI et la CRIIRAD. En liminaire, un point des actions menées depuis la réunion du 28 mai a été fait.

Les points suivants peuvent être retenus :

1 - Avancement des travaux de recherche de radioactivité

1.1 Mesures réalisées par Subatech

Subatech présente les résultats des mesures d'activité faites sur les prélèvements de sols correspondants aux tranches 0-10 cm et 20-30 cm systématiquement et à la tranche 40-60 cm en tant que de besoin, et localisés aux points singuliers, conformément au protocole.

Subatech précise que les prélèvements ont été répartis en 4 échantillons destinés à l'archivage; à Subatech, à la CRIIRAD et au CEA et à l'OPRI. Les activités en uranium 238 ont été déduites des activités en thorium 234 mesurées par spectrométrie gamma et après correction d'auto-atténuation, conformément au protocole.

Le total des résultats est donné en pièce jointe n°1. Il est à noter que le radium 226 et ses descendants n'ont pas été détectés, ce qui implique que l'uranium mesuré n'est pas d'origine géologique mais qu'il s'agit d'un produit manufacturé. Son isotopie en uranium 235 correspond à la valeur naturelle de 0.7 %.

La cartographie en pièce jointe présente les résultats en différentes couleurs. La couleur rouge correspond aux valeurs supérieures à l'objectif de 5000 Bq/kg fixé par la DGS pour les sols hors bâtiments.

La zone CA 14 présente le plus de points de contamination. Pour le CEA, elle correspond à une zone de manutention de déchets qui n'a pas été assainie en 1997. Les plus fortes activités y sont mesurées, jusqu'à 146 541 Bq/kg en 5A. Sur 4 points, les trois tranches de profondeur ont été analysées. Sur les autres, les tranches 0-10 cm et 20-30 cm ont été mesurées. Ces mesures donnent une quantification de l'atténuation en profondeur, à savoir que sur les 13 points, 8 présentent une radioactivité massique supérieure à 1000 Bq/kg et inférieure à 5000 Bq/kg pour la tranche 20-30 cm.

A été notée sur les points 5, 22, 37 et 38 la présence de morceaux d'uranium métallique. Le plus gros pèse 92 g, la plupart des autres pesant quelques g.

Les marges d'incertitude sur les mesures sont de l'ordre de 40 à 60 %, dues notamment à un temps de comptage plus court que prévu et à la faible épaisseur des échantillons. Le CEA indique que sur le point 5A, ses propres mesures donnent 160 000 Bq/kg pour une marge d'incertitude de 20 %. Les résultats apparaissent donc bien corrélés.

1.2 Mesures réalisées par la CRIIRAD

avait La CRIIRAD a effectué des mesures sur 6 points. Les résultats sur les points de référence donnent des résultats également bien corrélés : par exemple sur le point 2 A, Subatech trouve 12 000 Bq/Kg, la CRIIRAD trouve 13 500 Bq/kg. La CRIIRAD fait le même constat que Subatech sur l'origine de l'uranium : origine artificielle et *Subatech* enrichissement naturel.

Sur les points 2 A et 23 A, la CRIIRAD détecte de l'américium. Ces points sont proches de l'emplacement de morceaux de paratonnerre. Elle détecte également, comme Subatech du Cs137, lié à l'accident de Tchernobyl et aux essais atmosphériques des années 60.

1.3 Suite des mesures

La discussion qui s'ensuit porte sur les actions à entreprendre à l'issue des mesures.

Pour le CEA, certaines zones peuvent être considérées comme assainies, les prélèvements de sols effectués aux localisations des points singuliers ayant conduit à les supprimer. La cartographie présentée est, pour le CEA, la représentation de la situation radiologique avant les prélèvements.

Pour la CRIIRAD, on ne pourra considérer cette zone comme assainie qu'après s'être fixé un critère sanitaire en dessous duquel on estimera qu'il ne peut pas y avoir de conséquences.

M. Guillaumont estime qu'il faut d'abord attendre les résultats définitifs pour se poser la question. A ses yeux, le protocole de prélèvements avait pour but, dans le cadre global de l'étude, de répondre à deux questions : y a-t'il des points dont les mesures sont supérieures aux critères de la DGS ? Quelle est la quantité massique d'uranium dans le sol qui peut constituer le terme source hydrogéologique dans le cadre de la modélisation numérique ?

La CRIIRAD demande que les points singuliers recensés fassent l'objet d'explications quant à leur origine, notamment les hypothèses concernant les chutes d'objet en zone CA 14 *et pose la question de la garantie que ces explications soient justes.* *Utilisation de la zone nucléaire.*

Pour M. Guillaumont, un certain nombre de points ne pourront trouver d'explication vue la durée d'exploitation du site.

M. Gazeau propose que des prélèvements complémentaires soient faits pour lever les doutes, notamment entre les points 2 et 21, pour se prémunir des difficultés de mesure induites par la proximité des deux points singuliers très proches. En effet, il est possible que la présence d'un point singulier masque au détecteur la présence d'autres points moins radioactifs mais qui pourraient subsister. Subatech confirme qu'il est possible que les appareils de mesure captent deux points en même temps. M. Gazeau demande de même un prélèvement complémentaire entre les points 1 et 2, respectivement point de départ et point d'arrivée de la benne de déchets qui est susceptible d'avoir créé des points singuliers par chute d'objets.

Les associations posent une nouvelle fois la question de l'exhaustivité des mesures. Chacun s'accorde après discussion pour dire que le protocole et les méthodes de mesure utilisés ne permettent pas d'affirmer ou d'infirmer qu'il ne subsiste pas de points supérieurs à 5000 Bq/kg.

M. Guillaumont rappelle que les prélèvements de sols ne sont pas destinés à décontaminer le site, ce qui procède d'une autre logique et d'autres techniques. Il demande que les points marqués rouge fassent l'objet de décontaminations plus larges que les seuls prélèvements avec contrôle à l'issue des opérations d'assainissement. Il estime que d'éventuelles interventions ultérieures sur ces zones mériteront des contrôles et qu'en conséquences il y aura toujours des contraintes sur ce site.

S'agissant de la zone CA 14, le CEA propose d'effectuer une ^Fdépollution par décapages successifs et contrôles en fond de fouille. Il propose de continuer les décapages jusqu'au seuil de trois fois le bruit de fond. S'agissant des points déjà relevés, le CEA propose finalement que de nouveaux contrôles de surface fins soient réalisés afin de démontrer le caractère singulier des points mesurés.

1.4 Prélèvements de mousses.

M. Chareyron présente le protocole de prélèvements et de mesures des mousses hors site. Il précise que cette technique est plus une méthode de dépistage que d'analyse. 9 échantillons ont été prélevés dans l'environnement du Fort central et du site de Vaujours. Un seul résultat est significatif avec un résultat de 150 Bq/kg sur les mousses prélevées sur le muret au pourtour du poste RX. **1**

Les autres résultats ne montrent pas d'impact d'uranium en extérieur. Cependant l'interprétation des résultats est délicate du fait de la difficulté d'établir l'âge de la mousse. Ce critère est déterminant, les mousses accumulant la radioactivité au cours de leur vie.

Les membres du groupe de travail conviennent qu'il est inutile de continuer sur cette voie du fait des difficultés rencontrées, ~~et du fait que même si des valeurs significatives sont mesurées, elles seront du 2° ordre par rapport aux points singuliers déjà mesurés.~~

pour en tirer des concl. significatives.

2 - Hydrogéologie

M. Dever présente l'avancement des travaux en matière d'hydrogéologie. Il précise que Burgéap a terminé la synthèse documentaire relative au fonctionnement des systèmes aquifères du promontoire de Vaujours (rapport remis en séance) et aux observations de terrain. Les reconnaissances de sol ont démarré début septembre. L'étape suivante sera la construction du modèle hydrodispersif, qui devrait débiter en fin d'année. L'achèvement de l'étude étant prévu à l'été 2002.

Mme Bariteau présente la synthèse documentaire historique et hydrogéologique. Le promontoire de Vaujours est constitué de formations tertiaires. Il présente trois aquifères : une nappe perchée, la nappe de l'éocène supérieur et la nappe de l'éocène inférieur, utilisée régionalement en ressource d'alimentation en eau potable (pièce jointe n°2)

trois exutoires de cette nappe ont été reconnus.

La première nappe présente trois exutoires. Elle est en partie drainée par les 8 puits d'infiltration d'eau pluviale du Fort, qui débouchent dans le toit du gypse. Son sens d'écoulement global est dirigé vers le sud. La deuxième nappe est orientée globalement vers le sud au droit du site. La troisième nappe est la mieux connue, notamment par les ouvrages qui l'exploitent.

Un bilan hydrique a été réalisé. Il permet de quantifier les échanges d'eau entre ces différents systèmes (PJ n°3). Il permet notamment de quantifier l'arrivée d'eau au toit du gypse, estimée à 2.3 m³/h pour une pluie efficace de 6.6 m³/h. Ces venues dans le gypse par les ouvrages sont beaucoup plus importantes que celles venant de la percolation à travers le calcaire de Brie, qui, en outre, sont pour l'essentiel drainées dans le sens horizontal par des diaclases.

Les reconnaissances de sols ont débuté au mois de septembre. La réalisation de 7 sondages est prévue dont 4 seront carottés. Ceux dans le calcaire de Brie sont forés. Les reconnaissances incluront également les puits d'infiltration afin de déterminer leur signature chimique, pour tracer le chemin d'écoulement. Les reconnaissances de sols devraient être achevées en fin d'années. Les puits ont dores et déjà été inspectés par caméra vidéo. Un film est présenté aux membres du groupe. Il permet de visualiser l'état des ouvrages, les galeries de drainages, les venues d'eau latérales et la faiblesse du phénomène de dissolution du gypse en fond de puits, dont le volume des poches est estimé à 10 m³.

3 - Impact sanitaire

Le Dr Salvio présente l'avancement des travaux du groupe médical, qui se focalise sur un éventuel impact sanitaire sur les travailleurs du Fort. Par ailleurs, l'institut national de veille sanitaire a été saisi de la question des pathologies thyroïdiennes sur Coubron bien que ce genre de maladie ne soit pas imputable à l'emploi d'uranium. Le Dr Salvio précise qu'un premier rapport intermédiaire devrait bientôt être rédigé dès que les données en cours de collecte auront été dépouillées. Ces données concernent notamment la surveillance médicale des travailleurs (description et organisation), le repérage des personnels les plus exposés à l'uranium (types de postes) et les principaux résultats de la surveillance médicale.

Ce rapport intermédiaire présentera la hiérarchisation des activités développées sur le site en fonction du risque uranium, le descriptif des moyens de la surveillance médicale, une communication des résultats des données informatisées de la surveillance médicale (dosimétrie externe, dosimétrie interne). Le cahier des charges de cette étude est dores et déjà validé.

En réponse à une question des associations, le Dr Salvio précise que les prestataires sont intégrés dans les résultats collectés mais qu'ils ne peuvent pas être identifiés. Ceux-ci n'étaient pas affectés aux travaux les plus exposés.

4 - Divers

Le CEA précise qu'il est en train de compiler les données relatives au dépouillement de ses archives. Celles-ci seront présentées au groupe technique au début 2002. M. Gicquel précise que sur le site ont été effectués 330 tirs d'uranium pour une masse totale mise en œuvre de 120 kg. Les données relatives aux projections en fonction de la rose des vents seront également présentées.

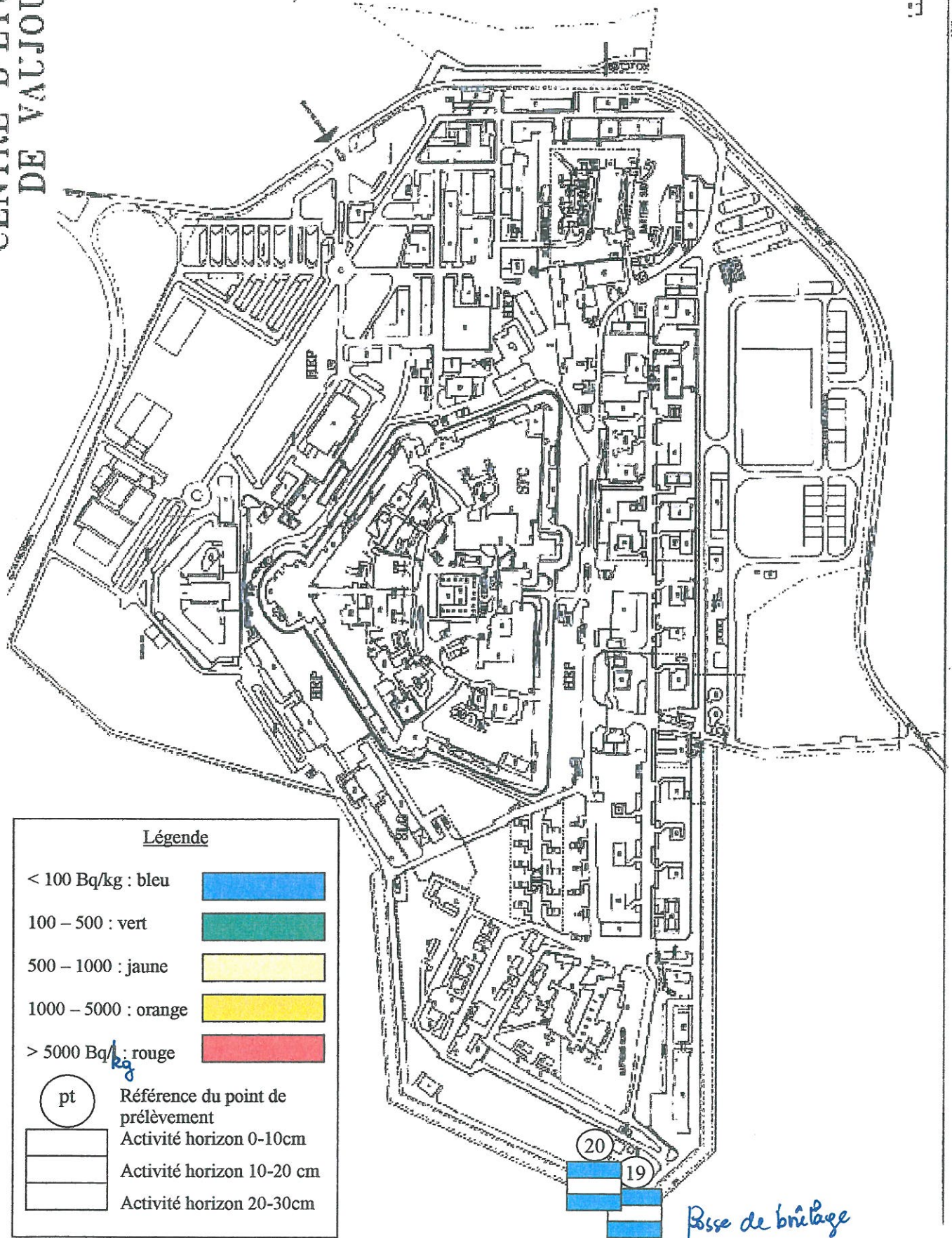
- Correspondance entre les mesures dans les mines et incorporées
- Stratégie à partir de laquelle on fait faire des analyses d'U
- Membre de l'U
- Résultats des mesures de la radioactivité de l'air

Participants :

- M. GUILLAUMONT	Expert
- M. ADLOFF	Expert
- M. DEVER	Expert
- Mme GODON	Maire de Courtry
- M. AIMON	Maire-adjoint de Vaujours
- M. AUBAYLE	Coordination
- M. KALKOTOURIAN	Coordination
- M. LE CALVEZ	Coordination
- M. GAZEAU	DRIRE
- M. MELIN	DRIRE
- M. POIRET	DRIRE
- M. LECOQ	DDASS 93
- Dr COUDURIER	DRTEFP
- Dr SALVIO	DDASS 77
- M. MILLIES-LACROIX	CEA
- M. GICQUEL	CEA
- M. PILI	CEA
- M. CHIAPPINI	CEA
- Mme BONNEVIE	CEA
- M. MASSICOT	CEA
- M. BLAIN	Subatech
- Mme BARITEAU	Burgéap
- M. FOUGEIROL	Burgéap
- M. MARTIN	OPRI
- M. CHAREYRON	CRIIRAD

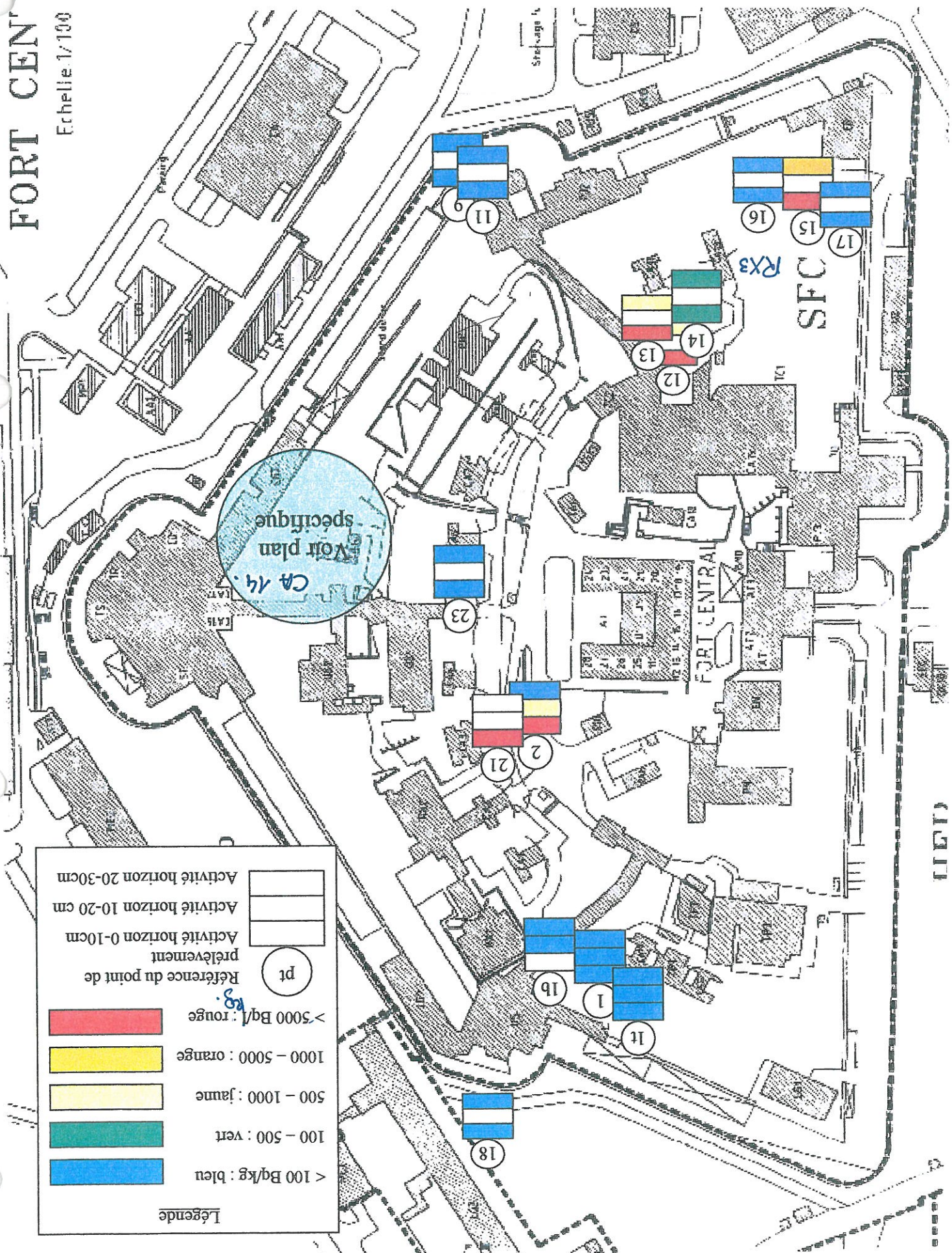
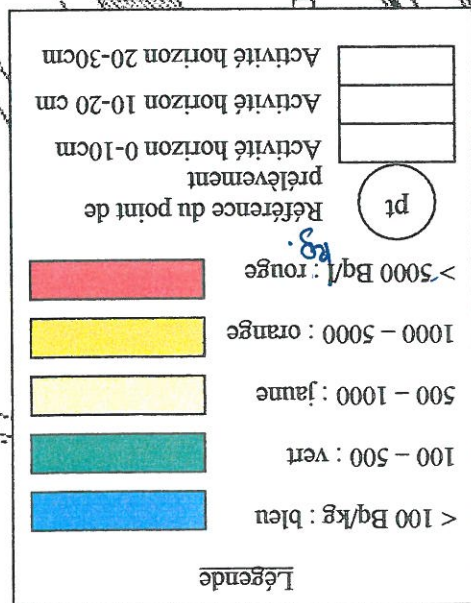
CENTRE D'ETUDES DE VALJOURS

PJ-01



FORT CENTRAL

Echelle 1/100



Zone CA 14

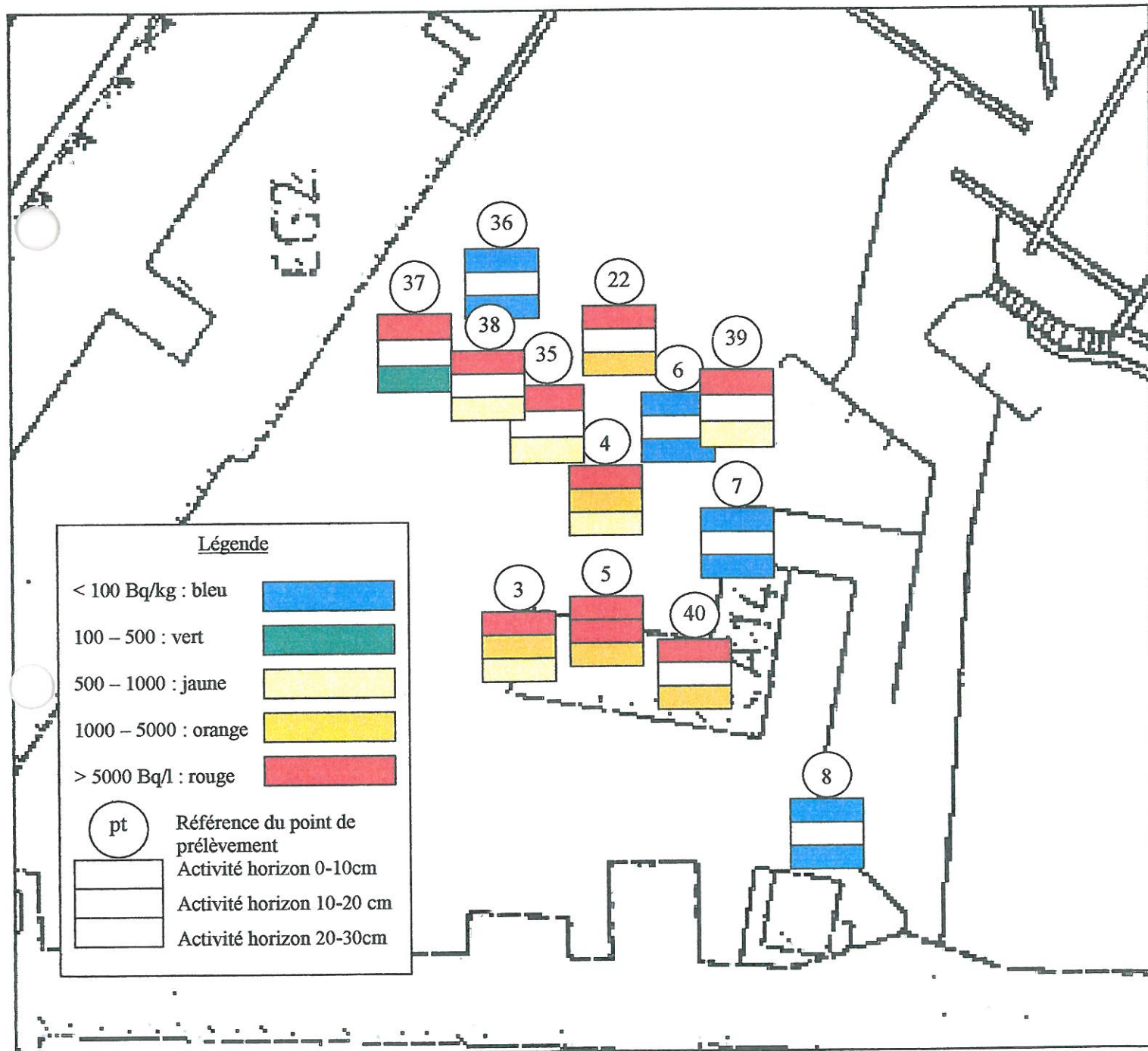


TABLEAU DES RESULTATS DES MESURES DES ECHANTILLONS

Référence	Rapport ms/mb	Rapport mf/ms	Activité du PS c/s	Activité échantillon c/s	Activité U238 Bq/kg sec	Remarques
1A	0.77	0.87	116	262	54 +/- 24	référence
1B	0.81	0.96		241	49 +/- 22	référence
1C	0.87	0.65	213	243	31 +/- 14	référence
1 bis B	0.82	0.76	306	236	36 +/- 16	PS4
1bis C	0.83	0.91	181	243	56 +/- 24	PS4
1 ter A	0.77	0.82	307	252	35 +/- 16	PS5
1 ter B	0.81	0.70		253	28 +/- 13	PS5
1 ter C	0.78	0.76	314	260	33 +/- 14	PS5
2A	0.76	0.84	759	350	12 034 +/- 5 256	PS1
2B	0.77	0.63		250	567 +/- 241	PS1
2C	0.84	0.79	197	247	266 +/- 118	PS1
3A	0.86	-	3171	862	30 610 +/- 14 201	PS10
3B	0.84	0.84		275	2 080 +/- 903	PS10
3C	0.84	0.83	293	280	1 216 +/- 516	PS10
4A	0.86	0.53	830	398	6 754 +/- 2 789	PS12
4B	0.84	0.67		284	2 060 +/- 881	PS12
4C	0.88	0.53	228	253	603 +/- 256	PS12
5A	0.74	0.89	778	5 059	146 541 +/- 67 012	PS14
5B	0.81	0.75		709	34 414 +/- 15 481	PS14
5C	0.81	0.70	261	294	1 149 +/- 508	PS14
6A	0.79	0.80	95	250	30 +/- 13	référence
6C	0.80	0.87	180	267	39 +/- 17	référence
7A	0.76	0.81	105	265	39 +/- 17	référence
7C	0.85	0.77	183	252	40 +/- 17	référence
8A	0.80	0.85	108	238	54 +/- 29	référence
8C	0.86	0.70	176	245	34 +/- 15	référence
9A	0.66	0.96	346	241	27 +/- 37	PS2
9C	0.81	0.84	296	250	25 +/- 30	PS2
11A	0.77	0.87	126	244	39 +/- 17	référence
11C	0.84	0.92	233	248	35 +/- 20	référence
12A	0.87	0.96	515	501	6 622 +/- 2 813	PS6
12C	0.88	0.94	242	280	884 +/- 371	PS6
13A	0.87	1	509	1 034	29 547 +/- 12 851	PS7
13C	0.80	0.93	247	268	911 +/- 395	PS7
14A	0.80	0.93	150	257	319 +/- 142	référence
14C	0.86	0.90	226	259	152 +/- 64	référence
15A	0.79	0.77	545	407	6 955 +/- 2 858	PC8
15C	0.84	0.80	240	277	1 310 +/- 555	PC8
16A	0.91	0.56	116	263	40 +/- 22	référence
16C	0.86	0.76	187	252	40 +/- 18	référence
17A	0.85	0.68	105	250	40 +/- 19	référence
17C	0.85	0.78	163	241	27 +/- 13	référence
18A	0.62	0.78	110	245	41 +/- 25	PS17
18C	0.78	0.66	207	257	52 +/- 23	PS17

TABLEAU DES RESULTATS DES MESURES DES ECHANTILLONS

Référence	Rapport ms/mb	Rapport mf/ms	Activité du PS c/s	Activité échantillon c/s	Activité U238 Bq/kg sec	Remarques
19A	0.85	0.73	138	260	27 +/- 15	référence
19C	0.83	0.63	203	250	32 +/- 15	référence
20A	0.83	0.83	213	243	37 +/- 22	référence
20C	0.85	0.75	306	236	28 +/- 13	référence
21	0.50	0.83	444	373	9 490 +/- 4 177	PC9
22A	0.81	0.37	11 199	1 463	50 178 +/- 20 815	PS18 -CA14
22C	0.80	0.50	287	280	1 733 +/- 733	PS18-CA14
23A	0.78	0.61	690	278	31 +/- 15	PS8 -Am 241
23C	0.83	0.71	190	244	38 +/- 17	PS8 - Am 241
35A	0.78	0.65	1 393	735	11 262 +/- 5 249	PS19-CA14
35C	0.83	0.34	192	266	762 +/- 325	PS19-CA14
36A	0.85	-	116	244	48 +/- 20	référence
36C	0.84	0.69	232	254	41 +/- 18	référence
37A	0.81	-	1 172	2800	54 058 +/- 22 311	PS20-CA14
37C	0.81	0.64	198	239	365 +/- 160	PS20-CA14
38A	0.84	0.67	2 500	1 100	11 982 +/- 4 946	PS21-CA14
38C	0.88	0.53	153	267	569 +/- 244	PS21-CA14
39A	0.84	-	623	430	15 573 +/- 6 520	PS22-CA14
39C	0.87	1	212	245	589 +/- 257	PS22-CA14
40A	0.74	-	1 167	2 400	59 718 +/- 26 443	PS23-CA14
40C	0.79	0.84	309	259	1 756 +/- 678	PS23-CA14

TABLEAU RECAPITULATIF DES MASSES DES ECHANTILLONS TRAITES

Référence	Masse envoyée			Masse fraction mesurée m_{fm}	Masse totale du niveau m_t	Masse morceaux uranium	Rapport m_{fm}/m_t	Remarques
	CEA	CRIIRAD	SMART					
1A	0.715	0.621	0.620	2.90	3.35	0	0.87	
1B	0.986	1.023	0.616	4.30	4.50	0	0.96	
1C	0.957	0.962	0.661	3.55	5.50	0	0.65	
1 bis B	0.675	0.668	0.664	2.25	2.95	0	0.76	
1bis C	0.927	0.896	0.636	3.35	3.70	0	0.91	
1 ter A	0.912	0.829	0.699	3.35	4.10	0	0.82	
1 ter B	0.757	0.755	0.661	2.90	4.15	0	0.70	
1 ter C	0.224	0.236	0.248	0.95	1.25	0	0.76	
2A	0.828	0.801	0.679	3.23	3.83	0	0.84	
2B	0.640	0.610	0.576	2.40	3.80	0	0.63	
2C	1.136	1.125	0.725	4.09	5.15	0	0.79	
3AS-2	0.550	0.553	0.586	1.70	6.30	0	0.27	non active
3AR+2	0.0278	0.1517	0.0258	0.52	6.30	0	0.083	active
3B	1.277	1.276	0.710	4.58	5.43	0	0.84	
3C	1.256	1.272	0.682	4.50	5.45	0	0.83	
4A	0.425	0.463	0.718	2.10	4.00	0	0.53	
4B	0.737	0.736	0.713	2.90	4.35	0	0.67	
4C	1.050	1.023	0.697	3.78	7.13	0	0.53	
5A	0.159	0.144	0.133	3.39	3.80	0.0123	0.89	
5B	0.7024	0.7148	0.7274	3.24	4.33	0	0.75	
5C	0.966	0.971	0.607	3.50	5.00	0	0.70	
6A	1.115	1.114	0.639	3.95	4.95	0	0.80	
6C	1.302	1.277	0.654	4.55	5.25	0	0.87	
7A	1.026	1.043	0.692	3.75	4.65	0	0.81	
7C	0.934	0.964	0.729	3.60	4.70	0	0.77	
8A	1.1089	1.089	0.730	4.10	4.80	0	0.85	
8C	1.020	1.022	0.723	3.70	5.30	0	0.70	
9A	0.184	0.188	0.141	0.70	0.73	0	0.96	
9C	0.980	0.988	0.980	3.68	4.38	0	0.84	
11A	0.975	0.969	0.778	3.70	4.25	0	0.87	
11C	1.207	1.197	0.804	4.40	4.76	0	0.92	
12A	1.165	1.150	0.751	4.22	4.41	0	0.96	
12C	1.038	1.020	0.735	3.81	4.06	0	0.94	
13AR-2	0.1514	0.1524	0.1449	1.35	4.25	0	0.32	active
13AS-2	0.750	0.750	0.700	2.60	4.25	0	0.61	non active
13C	0.880	0.873	0.765	3.39	3.39	0	1.00	
14A	0.926	0.931	0.709	3.49	3.74	0	0.93	
14C	1.167	1.156	0.811	4.30	4.80	0	0.90	
15A	0.633	0.859	0.671	2.56	3.31	0	0.77	
15C	0.783	0.780	0.718	3.04	3.80	0	0.80	
16A	0.612	0.644	0.679	2.57	4.62	0	0.56	
16C	0.679	0.893	0.680	2.97	3.92	0	0.76	
17A	0.732	0.781	0.718	2.60	3.80	0	0.68	
17C	0.704	0.814	0.733	2.61	3.36	0	0.78	
18A	0.251	0.293	0.462	1.24	1.59	0	0.78	
18B	0.577	0.727	0.605	2.19	3.14	0	0.70	
18C	0.641	0.749	0.601	2.81	4.26	0	0.66	
19A	0.767	1.003	0.790	3.56	4.91	0	0.73	
19C	0.687	1.059	0.661	3.42	5.42	0	0.63	

TABLEAU RECAPITULATIF DES MASSES DES ECHANTILLONS TRAITES

[illegible]

PJ n°2

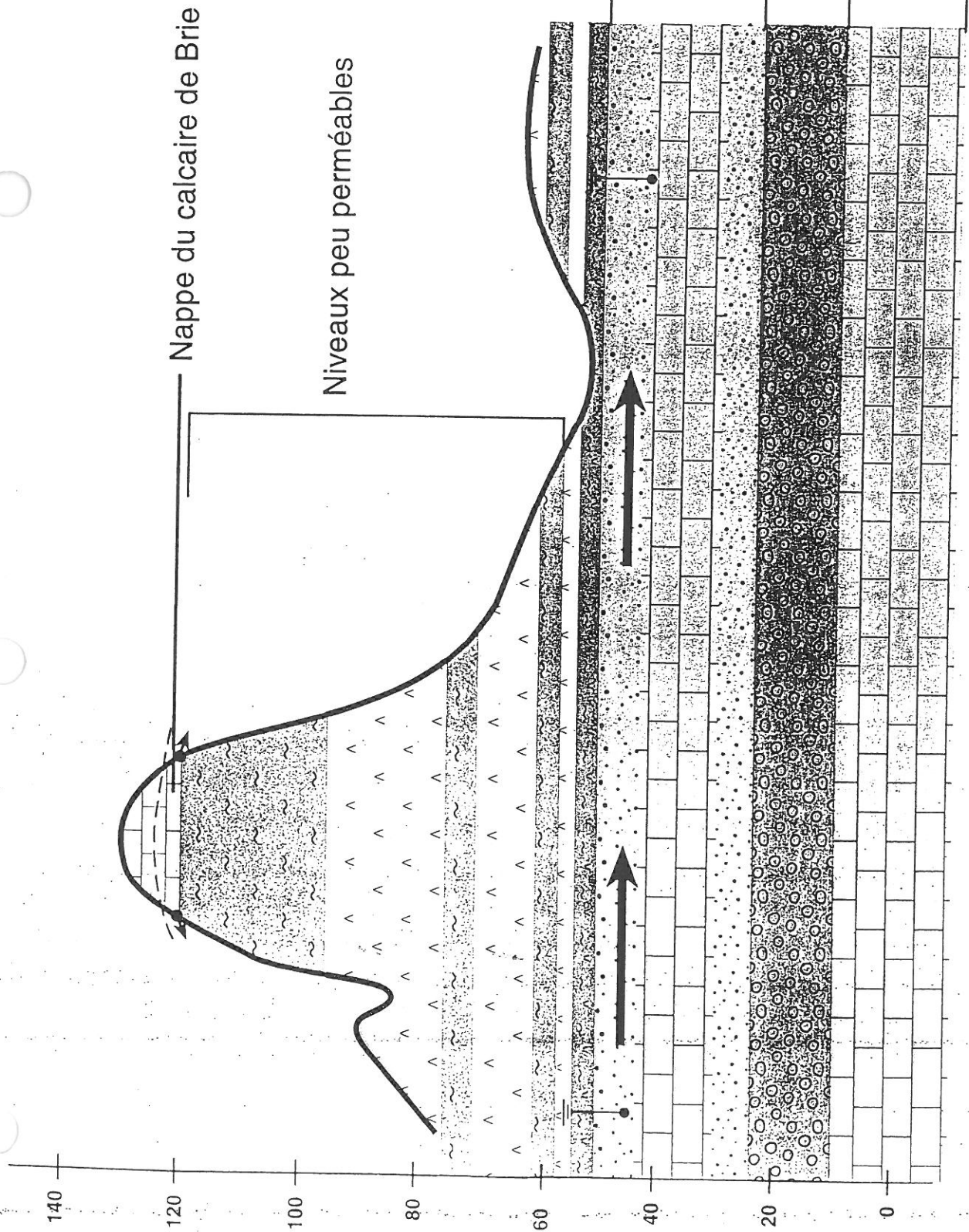


Fig. 13

R.3288a
C.301073

CEA/DAM - FORT CENTRAL DE VAUJOURS (93) - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE
COUPE HYDROGEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DE LA BUTTE D'AULNAY
AU DROIT DU FORT DE VAUJOURS

BURGEAP

PJ n°3

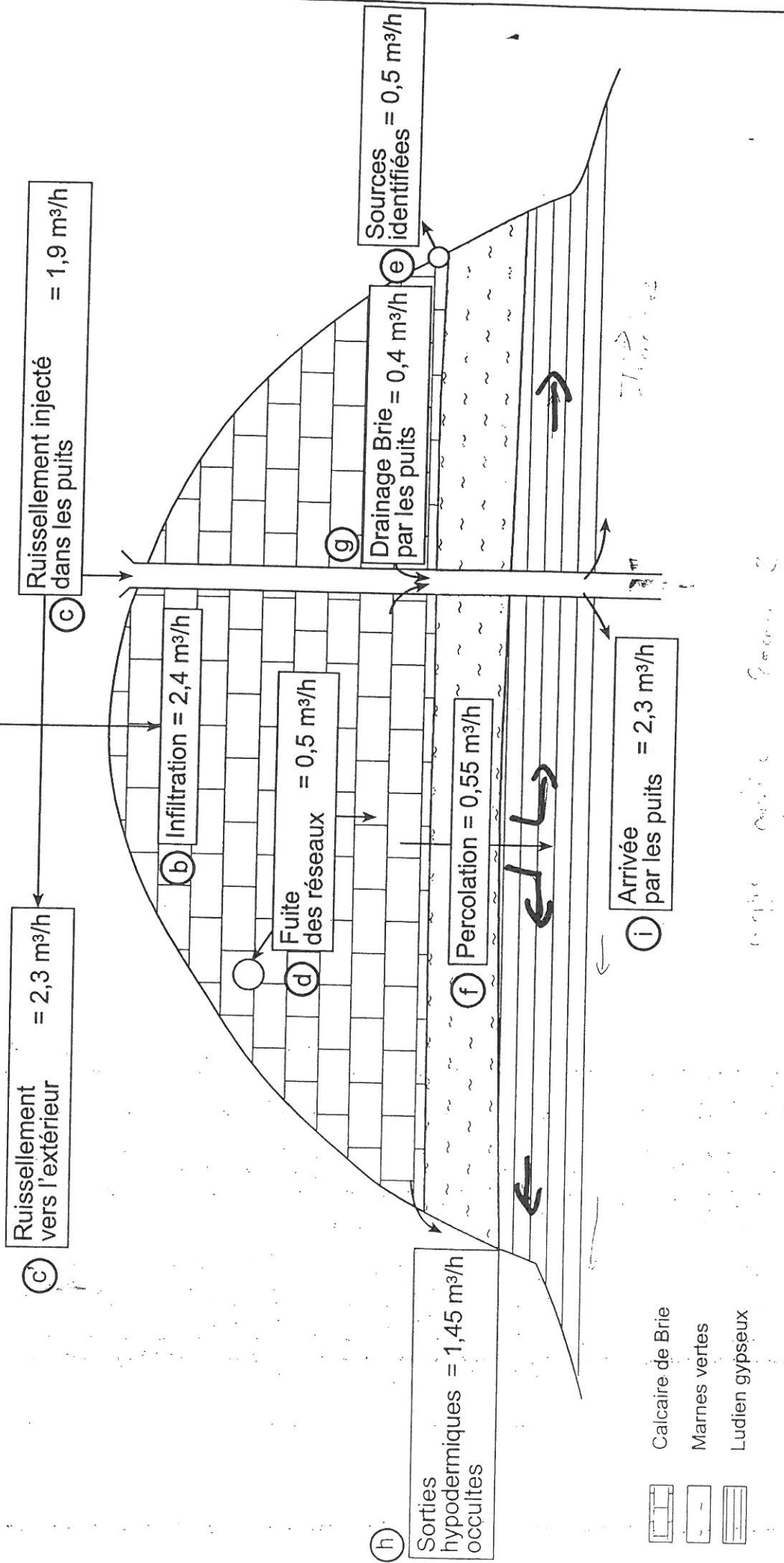


Fig. 23
R.3288a
C.301073

CEA/DAM - FORT CENTRAL DE VAUJOURS (93) - SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE
ÉLÉMENTS DU BILAN APPROCHÉ DES EAUX EN ANNÉE DE PLUVIOSITÉ MOYENNE

ANNEXE 7/5

COMPTE RENDU DU « GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE »
DU 19 NOVEMBRE 2001

<http://www.ile-de-France.drire.gouv.fr>
Mél : medhy.melin@industrie.gouv.fr

MM/MD/1159
Affaire suivie par M.MÉLIN
Référence : E/01-

COMPTE RENDU DE LA REUNION DU 19 NOVEMBRE 2001 DU GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE

Le groupe de travail technique s'est réuni le 19 novembre 2001 dans les locaux de la DRIRE à Savigny-Le-Temple afin d'examiner l'avancement des travaux de mesure de la radioactivité (édition des rapports), la définition du plan d'assainissement, l'avancement de l'étude hydrogéologique et l'avancement de l'étude sanitaire.

A cette réunion étaient présents, outre les membres du groupe de travail technique, les prestataires des études (BURGEAP, SUBATECH), l'OPRI et la CRIIRAD.

En liminaire le projet de compte rendu de la réunion du 25 septembre 2001 est soumis aux membres du groupe de travail. Les remarques sont prises en compte. Toutefois la CRIIRAD souhaite reformuler l'alinéa 3 du point 1.3 situé à la page 2/5 du compte rendu. Il est décidé que la CRIIRAD donnera sa nouvelle formulation à l'issue de la séance et que celle-ci sera transcrite dans le présent compte rendu.

La nouvelle formulation de la CRIIRAD est la suivante :

"La CRIIRAD considère que le critère de dose doit être défini préalablement au critère mis en œuvre pour définir le niveau de décontamination. En effet, le critère de dose de 3 fois le bruit de fond utilisé pour le dépistage radiométrique ne repose pas sur des bases sanitaires ou réglementaires".

I - AVANCEMENT DES TRAVAUX DE MESURE DE RADIOACTIVITE

La CRIIRAD pose la question des analyses radiométriques réalisées sur les carottages. SUBATECH répond que toutes les faces subissent un scanning **gamma**.

La CRIIRAD demande que les analyses de l'air sur d'autres sites du CEA soient utilisées afin de les extrapoler au site de VAUJOURS en comparant l'utilisation de

l'uranium. Le CEA indique qu'il existe des analyses de l'air sur le site de VAUJOURS. La proposition de la CRIIRAD pourrait se justifier s'il n'y en avait pas sachant que ce type d'extrapolation reste très délicat dans sa réalisation et dans son interprétation. Monsieur GICQUEL (CEA) signale que le CEA est en train d'évaluer les distances de projection des particules fines.

Le professeur GUILLAUMONT fait le point sur les rapports remis par les **équipes** ayant réalisé des mesures. Le rapport de SUBATECH a été analysé et a fait l'objet de remarques des experts et du CEA. Il en est aujourd'hui à la version 3 qui sera diffusée par mail. Les modalités de diffusion de certains documents sont exposées par la suite.

Bien que le cahier des charges ne prévoyait pas de mesures par le CEA, celui-ci en a réalisées et a produit un rapport. Ce rapport a lui aussi été diffusé par messagerie électronique.

Concernant le rapport de la CRIIRAD, le professeur GUILLAUMONT indique qu'il contient à la fois des arguments scientifiques mais aussi des arguments dits "*polémiques*". La CRIIRAD s'accorde à dire que certains termes ne sont pas adéquats. Le professeur GUILLAUMONT dit qu'il est normal que la CRIIRAD donne des éléments d'analyse aux associations mais considère que cela n'a pas sa place dans un rapport de mesures. Il serait préférable de produire deux documents distincts. Les associations soulignent fortement le besoin d'avoir l'éclairage de la CRIIRAD dans l'analyse. La rédaction de deux documents étant coûteuse en temps pour la CRIIRAD, le professeur GUILLAUMONT laisse la CRIIRAD présenter ses documents comme bon lui semble.

Le rapport de la CRIIRAD n'est pas terminé car elle a également souhaité **examiner** les mesures du CEA bien que cela ne lui ait pas été demandé. La CRIIRAD indique que chaque **équipes** a utilisé une normalisation légèrement différente. Le CEA expliquera son protocole à la CRIIRAD en fin de séance.

La CRIIRAD s'engage à diffuser son rapport pour le 30 novembre 2001. Tous les rapports seront donc disponibles **fin novembre**.

Le professeur GUILLAUMONT exprime **qu'il a eu** des difficultés de lecture de certains tableaux dans les documents envoyés par messagerie électronique pour cause d'incompatibilités informatiques. Il est décidé que le secrétariat du groupe de travail technique (DRIRE) imprimera et diffusera un exemplaire par entité. Une liste est proposée en annexe du présent compte rendu.

II - AVANCEMENT DE L'ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

La CRIIRAD pose des questions concernant l'étude de BURGEAP. Il est demandé si les forages sont réalisés sur les points singuliers afin de permettre l'observation de la migration de l'uranium dans les couches de sol. BURGEAP indique que les forages ne sont pas réalisés sur les points singuliers. En effet, les forages allant jusqu'aux aquifères, il ne faut pas risquer les polluer. De plus, la première couche de sol ayant été plus ou moins remaniée (notamment par la construction des casemates entre 1958 et 1970), l'étude sur le terrain **d'une** migration **verticale** reste **délicate**.

La CRIIRAD estime tout de même qu'il peut être intéressant de regarder ce phénomène dans une zone polluée. Le CEA indique que ce volet sera étudié si

certain paramètres utiles à la modélisation ne sont pas trouvés. Quoi qu'il en soit, il faudrait pour ce faire une zone de pollution avérée n'ayant pas subi de remaniement.

Il est précisé que le groupe technique restreint « hydrogéologie » s'est penché sur la question et l'a déclarée non pertinente pour le moment.

Les associations posent la question des puits de COUBRON et de l'analyse des sédiments. BURGEAP répond que les écoulements vont vers COUNTRY : ce sont donc les puits dans cette direction qui sont étudiés.

La CRIIRAD souhaite que l'on puisse descendre quelqu'un dans les puits du Fort pour prélever des sédiments. Le CEA indique que cela n'est pas utile vu les images réalisées par caméra, parce que les sédiments ne donnent de toute façon pas de flux de polluants et que le dossier d'abandon fait état de prélèvements au fond des puits.

La CRIIRAD souhaite que soit réalisé un dépistage physico-chimique d'autres métaux et d'autres substances. M. GICQUEL rappelle, à cet **égard**, qu'il n'y a pas eu d'expérimentation relative au béryllium. Le CEA indique que le groupe de travail restreint **avait** pris une décision sur le sujet et que M. DEVER avait indiqué que la recherche sur les sédiments n'était pas utile.

La question du devenir des puits est soulevée, le groupe de travail conclut que cette question ne fait pas partie du cadre de l'étude. Le groupe de travail conclut également qu'il faut en rester à ce que montre la vidéo : le fond des puits est effondré sur plusieurs mètres rendant les résultats inopérants. Il est rappelé la présence d'une galerie au puit 5 avec une dissolution du gypse au fond sans détection de sédiments.

Concernant l'hydrogéologie, la CRIIRAD pense qu'il est nécessaire d'étudier la présence de tritium. C'est une question de principe qui lève le doute sur d'éventuelles (mais très peu probables) manipulations atomiques, parce que des analyses chez FRANCE DECHETS de **1999** déterminent 34 Bq/l (ce phénomène n'est pas expliqué) et parce que c'est un excellent traceur utile à la détermination de l'âge des nappes et aux mouvements des fluides. Le CEA précise que ce sujet est hors du cadre des problématiques uranium, particules explosives et munitions. Le CEA indique que cela n'a jamais été prévu et que les experts ne l'ont pas retenu. **Le professeur GUILLAUMONT indique qu'il sera nécessaire d'en discuter avec les experts le 18 décembre 2001.**

La CRIIRAD estime que, vue la qualité du travail, il serait dommage de ne pas aller plus avant. Elle demande également l'étude des radionucléides de type plutonium et américium.

Le CEA indique que les analyses qui seront réalisées ne sont prévues que pour les éléments déjà listés et non sur l'ensemble du tableau périodique. Le professeur GUILLAUMONT suggère un panoramique sur 1 ou 2 points. Il indique également que si les analyses montrent des teneurs importantes en uranium dans les eaux, il faudra réaliser des analyses complémentaires. Toutefois, un cadre de travail a été défini et il n'est pas du ressort du groupe de travail technique d'élargir les recherches sur de nouveaux paramètres.

La CRIIRAD évoque également les paratonnerres et demande si certains contenaient de l'américium. Le CEA répond que la réponse est dans le rapport d'abandon et que celle-ci est positive.

III - PLAN D'ASSAINISSEMENT

Le plan d'assainissement est présenté par le CEA. Les documents visuels sont joints au présent rapport.

Deux cas distincts sont pris en compte :

- les points isolés (20 dont 2 à l'extérieur du fort),
- la zone CA 14.

L'exposé liste les points déjà assainis et les points restant à assainir. Les travaux consisteront à piquer le béton ou à retirer les terres jusqu'à obtenir une activité inférieure à 3 fois le bruit du fond.

La CRIIRAD indique que le seuil de 3 fois le bruit de fond n'est pas justifié, car il est possible d'avoir un point inférieur à 3 fois le bruit de fond mais supérieur à 5000 Bq/kg et remet en cause le critère de la Direction Générale de la Santé de 5000 Bq/kg en indiquant qu'il ne se réfère à aucune étude scientifique. Elle souhaite que l'on anticipe sur les futures normes. Le professeur GUILLAUMONT indique qu'il ne lui appartient pas de définir des critères et qu'il ne peut se référer qu'au document à jour de la Direction Générale de la Santé.

Concernant la zone CA 14, le CEA indique qu'il sera pratiqué une fouille méthodique avec recherche simultanée de la radioactivité. Le CEA signale que ce seront probablement des pépites qui seront découvertes. Ce travail sera réalisé sur une surface d'environ 1000 m² qui subira un nettoyage végétal préalable (coupe des arbres). La CEA précise que les déchets seront caractérisés, triés et évacués dans les filières dûment autorisées.

Si le chantier débute avant la fin de l'année 2001, les travaux se termineront au premier trimestre 2002. Les points singuliers seront retirés pour décembre.

Un contrôle sera réalisé sur les points singuliers et sur la zone CA 14 par SUBATECH et la CRIIRAD à l'issue des travaux.

La CRIIRAD pose la question du risque pyrotechnique. Le CEA répond qu'il n'y a pas de risque sur les 50 premiers centimètres de profondeur.

IV - AVANCEMENT DE L'ÉTUDE SANITAIRE

Ce point n'a pas été vu, les médecins du travail des DDASS n'ayant pas pu se rendre à cette réunion.

V - DIVERS

La CRIIRAD pose la question des résidus au fond de la zone de brûlage. Le CEA répond que cette question est traitée dans le dossier d'abandon.

La prochaine réunion du groupe de travail technique est programmée le 22 janvier 2002 à 13^h30 à Savigny-Le-Temple.

Participants :

- M. ADLOFF Expert
- M. AUBAYLE Coordination
- M. BARITEAU BURGEAP
- M. BLAIN SUBATECH
- M. BRISSON OPRI
- M. CHAREYRON CRIIRAD
- M. CHIAPPINI CEA
- M. GAZEAU DRIRE
- M. GICQUEL CEA
- Mme GODON Maire de Courtry
- M. KINDT Coordination
- M. GUILLAUMONT Expert
- M. LECOQ DDASS 93
- M. LEVALLOIS CEA
- M. MASSICOT CEA
- M. MELIN DRIRE
- M. MILLIES-LACROIX CEA
- M. MINIER CEA
- M. PILI CEA

**LISTE DES DESTINATAIRES
DES DOCUMENTS IMPRIMEES PAR LA DRIRE**

- Experts** :
- professeur GUILLAUMONT
 - professeur ADLOFF
 - professeur DEVER

- Elus** :
- Mairie de Courtry
 - Mairie de Vaujours

- Administrations** :
- DDASS 77
 - DDASS 93
 - DRIRE (3 exemplaires)

- Associations** :
- 2 exemplaires

- Exploitant** :
- CEA

- Autres** :
- OPRI
 - SUBATECH
 - BURGEAP
 - CRIIRAD

ANNEXE 7/6

COMPTE RENDU DU « GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE »
DU 1^{ER} MARS 2002



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE,
DE LA RECHERCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT
D'ÎLE-DE-FRANCE

10, RUE CRILLON - 75194 PARIS CEDEX 04
FAX : 01 44 59 47 00

<http://www.ile-de-France.drivre.gouv.fr>
Mél : medhy.melin@industrie.gouv.fr

MM/MD/0251
Affaire suivie par M. MELIN
Référence : E/02- 822

- 9 SEPT. 2002

COMPTE RENDU DE LA REUNION DU 1^{ER} MARS 2002 DU GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE

Le groupe de travail technique s'est réuni le 1^{er} mars 2002 dans les locaux de la DRIRE à Savigny-Le-Temple afin de faire le point de la situation et de préparer la réunion plénière prévue le 11 mars 2002 avec les Préfets de Seine-et-Marne et de Seine-Saint-Denis.

A cette réunion étaient présents, outre les membres du groupe de travail technique les prestataires des études (BURGEAP et SUBATECH) et l'IRSN (ex OPRI).

En liminaire, le projet de compte-rendu de la réunion du 19 novembre 2001 est soumis aux membres du groupe de travail. Les remarques sont prises en compte.

Le professeur GUILLAUMONT indique que son intervention pendant la réunion plénière s'organisera de la façon suivante :

- résultat des mesures de scanning gamma et d'uranium dans les carottages,
- mise en œuvre du plan d'assainissement,
- nécessité de réaliser des mesures complémentaires sur le tritium et sur les rapports isotopiques,
- hydrologie (professeur DEVER),
- conclusion.

La réunion du groupe de travail technique a permis de faire le point sur les sujets présentés ci-dessous.

I - ETUDE RADIOLOGIQUE

La problématique de l'achèvement de la campagne d'assainissement est soulevée et notamment la question : Qui mesure ?

Le CEA indique que les volumes de terres étant très importants, il est nécessaire de remettre les terres en place en plusieurs fois. La présence des associations pour chaque phase est nécessaire.

Le CEA indique également que les travaux d'assainissement devraient se terminer avant l'été.

Le professeur GUILLAUMONT indique que les analyses d'isotopie montrent que l'uranium présent sur le site est très majoritairement naturel. Toutefois ces mesures nécessitent d'être affinées.

Le CEA indique que de l'uranium appauvri a été tiré. Le CEA a mesuré le rapport isotopique de cet uranium appauvri qui lui est spécifique. Cela permet de connaître la part de l'uranium anthropique dans les échantillons.

Concernant la présence de certains éléments, les hypothèses suivantes sont proposées :

- Pu : provient certainement des tirs aériens nucléaires ayant eu lieu à travers le monde notamment dans les années 1960,
- Cs : même hypothèse,
- Ra : provient certainement des paratonnerres,
- Am : peut-être une contamination ancienne par des paratonnerres. Il n'y pas eu de paratonnerres à l'Am du temps du CEA mais peut-être auparavant. L'Am peut également provenir des détecteurs de fumée.

Concernant les rapports des laboratoires, celui de la CRIIRAD n'a pas été transmis. Il devra l'être avant la réunion plénière.

Des mousses ont été envoyées à la CRIIRAD qui souhaite étudier la bioaccumulation d'autres métaux. En effet, les associations souhaitent des analyses des métaux. Le professeur GUILLAUMONT indique que cela ne fait pas partie du cadre de sa mission. Toutefois, rien ne s'oppose à ce que la CRIIRAD fasse ces analyses.

Il est rappelé que la décontamination se fait à 3 fois le bruit de fond.

La CRIIRAD ayant mis en doute la norme de la DGS (5000 Bq/kg), le professeur GUILLAUMONT a sollicité celle-ci par courrier. Aucune réponse ne lui est parvenue.

Les associations rappellent également que la CRIIRAD pense qu'il peut rester de la pollution à une profondeur supérieure à 50 cm.

Monsieur GICQUEL rappelle que le Ministre COCHET, s'est exprimé sur le devenir du site et qu'il n'y a pas lieu de descendre à un niveau égal au bruit de fond. Ceci d'autant plus qu'il y aura des servitudes sur le site.

Enfin, concernant l'assainissement, le CEA indique que les travaux sur la zone CA14 ont débuté. Pour le moment, il n'a pas été repéré de nouveau point singulier, ni

d'autre pollution radioactive. Il est indiqué que 2 munitions anciennes ont été retrouvées.

II – ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

Le professeur DEVER expose les analyses de BURGEAP. Ces analyses permettent de confirmer certaines hypothèses.

Le schéma représentant l'hydrogéologie globale de la butte de VAUJOURS peut donc être affiné.

Il est également exposé les résultats des analyses d'eau. La concentration en uranium est faible. Le maximum est de 8,95 µg/l. Notons que la norme pour l'eau potable est actuellement fixée à 100 µg/l.

Les points pour lesquels la concentration en uranium est la plus forte :

- Puits 2 : eaux de ruissellement (une partie de l'uranium provient du CEA),
- Pz B₁ : piézomètre situé à l'aplomb de la zone de tir.

Il est également indiqué que les puits de COUNTRY ne contenaient pas, au moment des prélèvements, d'uranium provenant des activités du CEA.

De plus, le professeur DEVER indique que l'eau met moins de 1 mois pour passer de la butte à COUNTRY.

Toutefois, le battement de la nappe peut créer un "*battement de lixiviation*". C'est pourquoi la 2^{ème} campagne d'analyse est indispensable. Cette campagne aura lieu les 3, 4 et 5 juin 2002. Les conclusions seront données en 2^{ème} quinzaine de juin.

Des analyses sur le carottage de 90 m (vers la nappe profonde) au niveau de l'interface du calcaire de Brie et des argiles vertes seront réalisées. Ceci devant permettre d'observer une éventuelle accumulation d'uranium à ce niveau. Les rapports isotopiques seront également étudiés.

Il est précisé que les nappes en question ne sont pas utilisées pour l'alimentation en eau potable.

Concernant l'analyse finale et la modélisation, il est difficile de donner un planning car celles-ci dépendront fortement du terme source.

III – VOLET MEDICAL

Le Médecin Inspecteur de Santé Publique indique l'avancement de l'étude.

Il est également évoqué un souci dans l'échange des données entre la DDASS et le CEA. Le CEA indique qu'il va se renseigner sur le sujet.

IV – SUJETS DIVERS

IV-1 – Financement de la CRIIRAD

Le sujet du Financement de la CRIIRAD est soulevé. Pour le moment, seul le Ministère de l'Industrie a versé sa quote-part. La CRIIRAD devra faire le point sur le sujet avant le 11 mars 2002.

IV-2 – Devenir des puits

Cette problématique doit être abordée dès à présent. Le risque ne concerne pas une pollution à l'uranium mais plutôt le risque à très long terme d'effondrement.

Si les puits sont rebouchés, il sera nécessaire de vérifier le mode opératoire mais aussi de trouver une solution pour l'assainissement des eaux pluviales du site.

IV-3 – Condition de sécurité autour du site

Deux problématiques sont soulevées :

- les dépôts d'ordures sur les bords de routes (hors du site),
- la dégradation du grillage.

Concernant le premier point, les services concernés seront avertis.

Concernant le second, le CEA rappelle que le site est entièrement clos et qu'il est gardienné en permanence.

IV- 4 – Anciens paratonnerres

Faisant suite aux demandes des associations, le CEA transmet un document comportant le tableau récapitulatif des paratonnerres, un extrait du dossier d'abandon et une documentation relative aux aspects médicaux et sanitaires de l'américium. Ce document est joint au présent compte rendu.

Participants :

- | | |
|-------------------|-------------------|
| • M. ADLOFF | Expert |
| • Mme BARITEAU | BURGEAP |
| • M. BLAIN | SUBATECH |
| • M. BRISSON | IRSN |
| • M. DEVER | Expert |
| • M. GAZEAU | DRIRE |
| • M. GICQUEL | CEA |
| • M. KALKATOURIAN | Coordination |
| • M. KINDT | Coordination |
| • M. GUILLAUMONT | Expert |
| • M. LECOQ | DDASS 93 |
| • M. MELIN | DRIRE |
| • M. PILARD | Mairie de COUNTRY |
| • M. PILI | CEA |
| • Mme SALAMANCA | DDASS 93 |

ANNEXE 7/7

COMPTE RENDU DU « GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE »
DU 7 JUIN 2002



DIRECTION REGIONALE DE L'INDUSTRIE,
DE LA RECHERCHE ET DE L'ENVIRONNEMENT
D'ILE-DE-FRANCE

10, RUE CRILLON - 75194 PARIS CEDEX 04
FAX : 01 44 59 47 00

- 9 SEPT. 2002

<http://www.ile-de-France.drire.gouv.fr>
Mél : patrick.poiret@industrie.gouv.fr

Affaire suivie par P. POIRET/M. MELIN
Référence : 822/2002

COMPTE RENDU DE LA REUNION DU 7 JUIN 2002 DU GROUPE DE TRAVAIL TECHNIQUE

Le groupe de travail technique s'est réuni le 7 juin 2002 dans les locaux de la DRIRE à Savigny-Le-Temple afin de faire le point de la situation et de préparer la réunion plénière prévue initialement le 2 juillet avec les Préfets de Seine-et-Marne et de Seine-Saint-Denis.

A cette réunion étaient présents, outre les membres du groupe de travail technique les prestataires des études (BURGEAP et SUBATECH) et l'IRSN (ex OPRI).

En liminaire, M. Poiret indique que la réunion de la commission plénière risque d'être reportée au début septembre mais qu'il attend une confirmation officielle.

La réunion du groupe de travail technique a permis de faire le point sur les sujets présentés ci-dessous.

I - Recherche de pollutions chimiques dans les puits de particuliers.

M. Poiret indique que des échanges de courriers ont eu lieu entre les associations, les préfets et M. Guillaumont à la suite d'une demande des associations en date du 27 mars 2002. Cette demande porte sur l'éventualité d'une pollution chimique des puits de particuliers à l'aval du site. La DRIRE demande donc que soit examinée en Groupe Technique l'opportunité de faire des analyses dans ces puits.

M. Guillaumont expose ensuite le détail de son argumentation développée dans sa lettre du 23 mai et estime que des actions sont nécessaires pour lever ce doute et demande qu'en soient débattues les modalités.

Ce point est ensuite très largement débattu. Les longues discussions qui en résultent conduisent finalement les différents intervenants à estimer que de telles mesures dans les puits de particuliers poseraient des problèmes techniques d'interprétation difficilement surmontables et éventuellement disproportionnés par rapport aux enjeux. En effet, les puits privés en cause ne peuvent pas être utilisés pour l'alimentation en eau potable du fait de teneurs élevées en sulfates, liées à la composition gypseuse du sous-sol. De ce fait, cette voie de transfert ne saurait conduire à un impact sanitaire. S'agissant des transferts, M. Dever estime que vues les concentrations en uranium très faibles détectées dans les eaux souterraines du promontoire de Vaujours, il est très peu probable que d'autres métaux aient pu se mobiliser de manière plus rapide et plus massive.

Au demeurant, le CEA fait remarquer que des détections de métaux dans ces cibles ne seraient pas forcément significatives d'un impact lié au Fort de Vaujours du fait de l'environnement chimique complexe du site et de la présence très fréquente de certains métaux dans les sols, liée à l'utilisation de carburants plombés sur de longues périodes ou à certaines pratiques agricoles et du fait de l'absence de marqueurs isotopiques des métaux dont la présence est envisagée.

Ces discussions ont en outre soulevé la question des éventuelles contraintes de réutilisation du site générées par l'éventualité de pollutions chimiques dans les sols superficiels du site lui-même. Les associations posent la question de l'adéquation de la rédaction actuelle des servitudes avec l'éventualité de pollutions chimiques en supposant une exposition des travailleurs du site aux sols superficiels éventuellement contaminés, par exemple par ingestion de sols.

Le CEA rappelle à ce stade qu'étaient annexés au mémoire de cessation d'activité déposé par le CEA en début de procédure deux diagnostics de sol faisant état de pollutions par des produits organiques (solvants et hydrocarbures) liées en particulier aux manipulations sur les matières explosives et aux réservoirs de liquides inflammables. Comme l'expose le deuxième diagnostic, ces pollutions organiques ont été traitées par le CEA pour obtenir des teneurs résiduelles que la DRIRE estime compatible avec l'usage futur du site autorisé par les servitudes, à savoir un usage industriel (de l'ordre des valeurs de constat d'impact pour un usage non sensible, guide BRGM sur les sites pollués chimiques). La DRIRE indique qu'au vu des teneurs résiduelles exposées dans le dossier, aucune servitude spécifique aux pollutions chimiques n'était envisagée autre que celle plus générale restreignant l'usage du site. Néanmoins, des pollutions par les métaux n'étant pas suspectées à l'époque, aucune recherche de métaux n'a été effectuée lors de ces deux diagnostics.

Après une suspension de séance, la DRIRE propose, pour lever le doute résiduel quant à une éventuelle pollution par des métaux du site, la démarche suivante :

1/ qualifier le problème en effectuant quelques analyses ponctuelles de sols superficiels du site, par exemple dans les zones où des points singuliers en uranium ont été relevés. Ces analyses devraient se limiter aux métaux et éléments de transition toxiques.

2/ interroger un expert en pollution de sols sur l'adéquation entre ces éventuelles teneurs et la rédaction actuelle des servitudes.

La DRIRE rappelle qu'il est bien entendu que cette démarche simple et pragmatique ne vise qu'à lever un doute et ne saurait engager le groupe technique dans une étude lourde similaire à celles menées sur l'hydrogéologie et la radiologie. Elle se chargera de faire un rapport aux préfets sur cette question en leur proposant cette démarche et en leur demandant de saisir officiellement le CEA de cette question. Par la suite, elle proposera la nomination d'un expert reconnu dans le domaine.

2- Assainissement de la zone CA 14

Le CEA indique que les travaux sont achevés. L'ensemble des gravats et des déchets sera éliminé du site en juillet. Un document de synthèse sera ensuite diffusé par le CEA ainsi qu'un rapport de Subatech présentant les résultats des contrôles radiologiques.

Subatech présente ensuite les résultats de ses investigations sur les prélèvements de subsurface. Les teneurs maximales de 64 Bq/kg en thorium 234, de 92 Bq/kg en radium 226 et de 370 Bq/kg en potassium 40 ont été relevées. Ces teneurs sont du même ordre que les teneurs de références du site. Les débits d'équivalent de dose en fond de fouille s'élèvent au maximum à 0.09 μ Sv/h.

Les associations indiquent que ces valeurs ne permettent pas de garantir l'absence de radioactivité en profondeur. Le CEA indique que cette éventualité est gérée grâce aux servitudes.

La DRIRE demande que les préfets soient officiellement informés de l'achèvement des travaux.

Le CEA indique par ailleurs que le système Autonuc (détecteur monté sur engin tout terrain se déplaçant à 3 m/s) a balayé l'ensemble du site au niveau des voiries, de chaque côté, et des surfaces planes hors voirie, par exemple le terrain de sport.

Ces investigations n'ont pas donné lieu à détections de points singuliers. Un rapport est remis en séance (joint).

3- Etude hydrogéologique

Burgéap présente les résultats des investigations faites en avril et qui correspondent à la période des hautes eaux.

La nappe la plus profonde (éocène supérieur) présente des teneurs élevées en sulfates et en calcium, liées au gypse. Le puits des Cagnets donne des résultats peu exploitables, les eaux qu'il contient étant issues d'un mélange de plusieurs nappes. Les teneurs en uranium sont négligeables.

La nappe des colluvions présente des teneurs en uranium de l'ordre d'1 μ g/l, négligeables. Les teneurs relevées en hautes eaux, inférieures à celles relevées en basses eaux permettent de constater un phénomène de dilution et donc une absence de relargage lié à une remontée des eaux.

La nappe du Brie présente des teneurs élevées en sulfates et en sodium. Les teneurs en uranium sont de l'ordre de 6 µg/l, négligeables également. L'isotopie de cet uranium est naturelle sauf dans le piézomètre PzB1. Pour cette nappe également la dilution de l'uranium indique l'absence de phénomènes de lixiviation.

M. Dever conclut que l'étude hydrogéologique est terminée. Les dernières mesures montrent la quasi-absence d'uranium dans les eaux. Les quelques traces sont d'origine naturelle (sauf en PzB1). Cet uranium ne se lixivie pas. Les teneurs sont confirmées par les analyses sur les solides.

S'agissant du PzB1, M. Dever estime que ce piézomètre, situé au droit du poste de tir RX1, a pu accueillir des eaux de percolation qui se sont légèrement chargées en uranium en surface. Il indique que dans ses conclusions il préconisera un bouchage des puits pour éliminer les risques de fontis, ce qui nécessitera la mise en place d'un nouveau système de drainage des eaux pluviales du fort et son raccordement à un réseau existant.

4- Etude sanitaire

Les médecins-inspecteurs des DDASS présentent la méthodologie et les résultats de l'étude sanitaire (cf en annexe copie des transparents). Le projet de rapport définitif est distribué en séance.

Les conclusions issues des données relatives à l'exposition des travailleurs et à leur état de santé montrent des tendances conformes aux données de la littérature : sous mortalité globale et par tumeur pour les hommes et surmortalité par cancer chez les femmes cadres, non liée à l'uranium. Les données sanitaires et les investigations environnementales conduisent à estimer que le niveau d'exposition des riverains pendant la période d'activité s'est située globalement dans le domaine des faibles doses. Les analyses réalisées pour caractériser la contamination résiduelle placent le niveau d'exposition actuel des riverains à un niveau extrêmement faible – non détectable – voire nul (par rapport au bruit de fond). De ce fait une étude quantifiée n'est pas nécessaire. L'exposition sur le site est quant à elle gérée grâce aux servitudes.

La conclusion générale est donc rassurante.

Participants :

• M. ADLOFF	Expert
• M. AUBAYLE	Coordination
• Mme BARITEAU	BURGEAP
• M. BLAIN	SUBATECH
• M. BRISSON	IRSN
• M. CHAREYRON	CRIIRAD
• M. CHIAPPINI	CEA
• M. DEVER	Expert
• M. GAZEAU	DRIRE
• M. GICQUEL	CEA
• M. GUILLAUMONT	Expert
• M. KALKATOURIAN	Coordination
• M. KINDT	Coordination
• M. MARCHAND	INVS
• M. MASSICOT	CEA
• M. MELIN	DRIRE
• M. MILLIES LACROIX	CEA
• M OU RAMDANE	DRIRE
• M. PILI	CEA
• M. POIRET	DRIRE
• Mme SALAMANCA	DDASS 93
• Mme SALVIO	DDASS 77
• M SCHOULZ	CEA
• M SCHMITT	Ecole des Mines

**Suivi de l'arrêt de l'activité du fort
de Vaujours
Rapport du groupe santé**

Rapporteurs

Dr SALVIO (DDASS77), Dr SALAMANCA (DDASS 93),
Dr COUDURIER (DRTEFP 75)

Correspondants CEA

Dr SCHOULZ (DAM), Dr GIRAUD

Avec la participation de InVS

Dr IMBERNON et J.L. MARCHAND

Plan de la présentation

- 1 Objectif et hypothèse
- 2 Dangers : uranium naturel et appauvri
- 3 Résultats
- 4 Discussion : risques
 - en lien avec les activités passées
 - liés à la contamination résiduelle du site
- 5 Conclusions

1 - Objectif et Hypothèse (1)

- **Objectif** : apporter des éléments d'informations complémentaires, d'ordre sanitaire, destinés à affiner la connaissance générale sur l'état du site et ses conséquences potentielles pour la santé des riverains.

⇒ étude centrée sur l'uranium naturel et appauvri

1 - Objectif et Hypothèse (2)

- **Hypothèse** : les données issues de la surveillance médicale des travailleurs constituent des indicateurs indirects des effets sur la santé liés à une éventuelle exposition environnementale des riverains.

Voies d'exposition : inhalation/cutanée mais pas digestive.

⇒ **facteur d'exposition** : avoir travaillé sur le site.

• Pourquoi choisir la population des travailleurs et non pas les riverains ?

- Pertinence : les travailleurs ont été exposés à des concentrations supérieures (proximité des activités)
- Accessibilité et qualité des données (données de mortalité)
- limites : durée quotidienne d'exposition, mesures de protection au travail, HWE, pas de prise en compte de la voie digestive (eau, légumes locaux)

2 - Dangers de l'uranium naturel et appauvri (1)

• Toxicité chimique :

- Le rein constitue la principale cible : les effets varient en fonction de la dose. Peu ou pas de perturbations à faibles doses.
- Le SNC : effets neurotoxiques chez l'animal, plus difficilement objectivables chez l'homme
- Système reproducteur : diminution fertilité
- Effets tératogènes : fortes doses - animal

2 - Dangers de l'uranium naturel et appauvri (2)

- **Toxicité radiologique** : Selon solubilité et voies d'exposition, les organes cibles sont :
 - Le poumon
 - le système lymphatique
 - le rein
 - l'os

2 - Dangers de l'uranium naturel et appauvri (3).

- L'uranium naturel et appauvri ne sont pas classés cancérogènes par l'US-EPA ni le CIRC.
- Le CIRC classe les radionucléides émetteurs α incorporés dans l'organisme en groupe I (cancérogène certain pour l'homme).
- Les recherches se poursuivent : les études sur les cohortes de travailleurs (cycle du combustible) comportent de nombreux facteurs de confusion et fournissent des résultats contradictoires.

3 Résultats

3.1 Population des travailleurs :

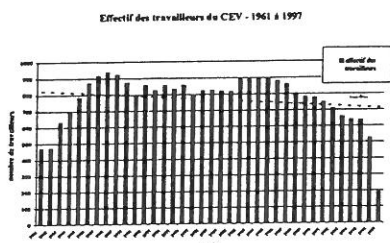
- Effectifs
- Modalités d'exposition

3.2 Données concernant les travailleurs « exposés »

- fluorimétrie urinaire
- dosimétrie externe

3.3 Données portant sur l'ensemble du personnel

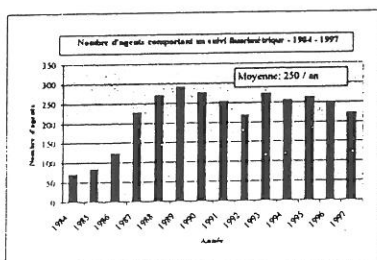
3- Résultats : Description de la population des travailleurs : effectifs (3.1)



3- Description : modalités d'exposition des travailleurs (3.1)

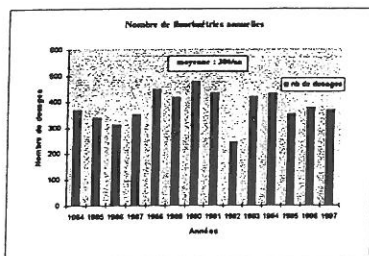
- **Agents « exposés »** : ajustement de pièces + tirs + radioprotection (services : ITF, TEF, FLS)
 - Voies = inhalation + cutanée + proximité physique
 - Protections individuelles
 - surveillance fluorimétrique ± dosimétrique.
- **Autres agents** : extérieur du fort
 - Voies = inhalation + contact (nuages d'oxydes)
 - Surveillance standard de médecine du travail

3.2- Données des travailleurs exposés nombre d'agents suivis par fluorimétrie urinaire (1984-1997)



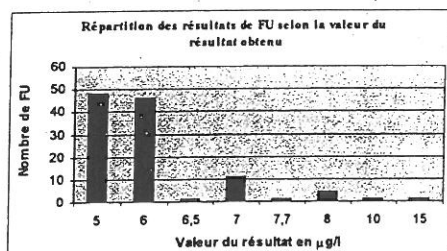
3.2 - Données des travailleurs exposés

Surveillance uranium FU (1984-1997)



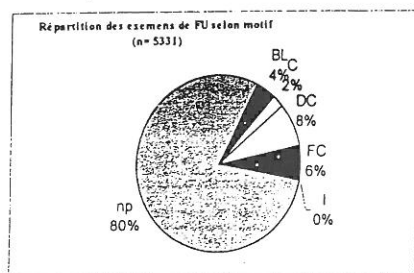
3.2- 5331 examens F.U.pratiqués (1984-1997),

- 113 (2%) > 5µg/l (seuil de détection)
- niveau d'investigation : 70µg/l

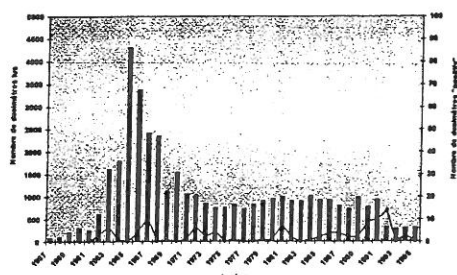


3.2 - Surveillance uranium

Répartition des examens de F.U. selon motifs (1066 réponses/5331)



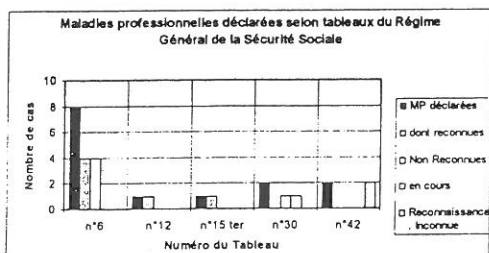
3.2 Surveillance RI dosimétrie externe



3.2.- Surveillance Exposition RI : les maladies professionnelles du tableau 6

- Tableau 6 : spécifique aux affections reconnues provoquées par les RI (anémie..., cataracte, leucémies, radiodermites, sarcomes osseux ...).
- Sources :
 - CRAMIF = 0,
 - CEA : 8 déclarées, 4 reconnues
 - 2 leucémies : 1975, 1979
 - 2 cancers pulmonaires : 1986, 1989

3.3.- les données concernant les autres agents Maladies professionnelles (toutes causes, tous agents) - Source : CEV



3.3.- les données concernant les autres agents
Maladies professionnelles (toutes causes) : limites

- il existe une importante sous reconnaissance des maladies professionnelles en France (en particulier cancers)
- il existe une importante difficulté d'accès aux données individualisées de maladies prof. Via les organismes de Séc. Soc.

⇒ En général et en particulier, cette source d'informations est de qualité très médiocre.

3.3.- les données concernant les autres agents
Analyse de mortalité (InVS)

- Cohorte de 2473 personnes, au moins 1 an sur le site, entre 1955 et 1995
 - Statut vital connu jusqu'au 1er janvier 1995.
 - 241 décès identifiés : par ordre décroissant
 - 90 décès (37%) = décès par tumeurs
 - 52 décès (22%) = appareil circulatoire
 - 39 décès (16%) = accidents et traumatismes
- ⇒ *Répartition conforme à celle attendue* (pop. prof.)

3.3.- les données concernant les autres agents :
analyse comparative de mortalité (InVS)

- Chez les hommes :
 - 316 décès toutes causes attendus, 187 observés (déficit de mortalité de 41%)
 - 110 décès par tumeurs attendus, 70 décès observés (déficit de mortalité de 37%).
- Chez les femmes :
 - 28 décès toutes causes attendus, 31 observés (excès de 10% non significatif)
 - 11 décès par tumeurs attendus, 20 observés (excès de 86% significatif)

3.3.- analyse comparative de mortalité (InVS) Chez les femmes (suite) :

- En distinguant la CSP :
 - excès : uniquement femmes ingénieures et cadres
 - 7 décès dont 3 cancers du sein - SMR = 4,76
 - 95% IC [1,91-9,82]
- ⇒ *Résultat constant dans la littérature (sein)*

4 - Discussion :

1- Sur les données sanitaires :

- données disponibles : mortalité, maladies prof., monitoring biologique et radiologique, Pas de données de morbidité.
- Limites à l'interprétation de ces données :
 - Pour les maladies professionnelles : système incomplet (tableaux), effet différé, sous-reconnaissance, ensemble parcours professionnel, pas de système d'information (SMT et Séc. Soc.)
 - données de mortalité : « faible » effectif, indicateur d'exposition grossier, HWE
 - pertinence des données morbidités vs leur accessibilité

2- Les résultats environnementaux renseignent-ils sur l'exposition ?

- Exposition actuelle :
 - hors du Fort : sols = niveau de radioactivité naturelle
 - Etudes hydrogéologiques : $[U]_{\text{eau}} < \text{seuil}$ potabilité U.
- ⇒ *pas d'exposition des riverains ni par voie digestive ni par inhalation.*

2- Les résultats environnementaux renseignent-ils sur l'exposition (suite)?

- Exposition passée :
 - difficulté reconstitution : remise en état
 - Quantités d'U. utilisées : 1200 Kg, en grande partie récupérés après les tirs
 - faible dispersion hors du fort (reliefs + bouclier pare-éclats)
- ⇒ *exposition des travailleurs hors du Fort par inhalation et par contact : niveau des faibles doses.*

3- Conséquences en terme de risque

- Liés à l'exposition actuelle :
 - *si pas d'exposition, pas de risque.*
 - Liés à l'exposition passée :
 - niveau d'exposition : faibles doses pour les travailleurs - données mortalité rassurantes.
 - Niveau d'exposition des riverains : faible à nulle -
- Pas lieu ni « matière » pour étude épidémiologique*

Conclusions

- Les résultats environnementaux et les données sanitaires permettent raisonnablement de rassurer les riverains quant à leur exposition passée et actuelle.
- En outre, le site fait l'objet d'ores et déjà de servitudes limitant la fréquentation future du site par des populations sensibles.

ANNEXE 7/8

RAPPORT DES EXPERTS

Dimanche 15 septembre 2002

R. Guillaumont
7, rue Edouard Branly
91120 Palaiseau

à

Monsieur le Préfet de la Seine Saint Denis
Monsieur Aribaud
124 rue Carnot
93007 Bobigny Cedex

Monsieur le Préfet

Veillez trouver ci-joint le rapport d'expertise concernant le Centre d'Etudes du CEA de Vaujours, suite à la lettre de mission que vous m'avez adressée le 22 décembre 2000.

Les annexes à ce rapport vous seront envoyées ultérieurement.

Je vous prie de croire Monsieur le Préfet à l'assurance de mes sentiments dévoués.

R. Guillaumont

Etude radiologique et hydrogéologique du site de Vaujours

Rapport d'expertise à Messieurs les Préfets de Seine Saint Denis et de Seine et Marne

Robert Guillaumont, Jean Pierre Adloff et Laurent Dever

I - Généralités

De 1955 à fin 1997 le site de Vaujours a servi au CEA pour diverses expérimentations concernant la mise au point de la force de dissuasion française et en particulier de nombreux tirs utilisant de l'uranium y ont été réalisés. Les tirs à l'air libre ont cessé au début des années 1960. Ils ont ensuite été poursuivis en casemates jusqu'en 1992. Ils ont mis en œuvre environ 1200 kg d'uranium pour l'essentiel récupérés après les tirs, excepté la faible partie dispersée sous forme de très fines particules d'uranium oxydé. Le centre d'étude de Vaujours (CEV) a été assaini entre août 1996 et janvier 1998. Le dossier d'abandon d'activité du CEV décrit, à la date de février 1998, l'état radiologique du site. Un projet d'instauration de servitudes d'utilité publique a été soumis à enquête publique du 9 mai au 10 juin 2000. Cette enquête a révélé de fortes préoccupations exprimées par plusieurs mairies et associations locales visant à une meilleure connaissance et à une meilleure compréhension de la situation radiologique et hydrogéologique du site.

1 – Instances mises en place pour l'expertise

Afin de répondre à ces préoccupations, le Préfet de la Seine et Marne et le Préfet de la Seine Saint Denis ont conjointement décidé de faire procéder par le CEA à un complément d'étude et à une expertise très ouverte et transparente sur les conditions de son déroulement. Pour cela ils ont mis en place une Commission de Suivi (CS) relative à l'abandon du site. Un groupe d'experts indépendants, présidé par le professeur R. Guillaumont, a été chargé d'effectuer l'expertise technique concernant la situation radiologique et hydrogéologique du CEV, selon les termes d'une lettre de mission figurant en annexe 1. Par ailleurs l'expertise de la situation sanitaire a été conduite par un « Groupe Santé » qui remet un rapport séparé de celui-ci.

La réunion d'installation de CS s'est tenue le 25 janvier 2001 à Courtry. Lors de cette réunion, il a été décidé la constitution d'un groupe de travail technique (GT) présidé par la DRIRE Ile de France, dont la composition est quadripartite comme la CS, (représentants de l'état, des élus, des associations et du CEA/ Ministère de la Défense). Ce GT a lui même désigné un groupe de travail restreint (GTR) pour analyser régulièrement les résultats radiologiques et ceux concernant l'hydrogéologie et pour proposer en conséquence les actions à mener (l'annexe 2 donne la composition du CS, GT et GTR).

Le CEA, maître d'ouvrage des études techniques, a proposé au professeur Guillaumont de désigner les sociétés Subatech et Burgéap, respectivement compétentes dans les domaines de la surveillance radiologique et de l'hydrogéologie, comme maîtres d'œuvre techniques. Par ailleurs le professeur Guillaumont et ses collègues experts, les professeurs J. P. Adloff et L. Dever, ont demandé au CEA d'effectuer également des mesures radiométriques.

Les comptes rendus de toutes les réunions du CS, du GT et du GTR sont disponibles auprès de la DRIRE ainsi que les documents techniques et rapports émis au cours de l'expertise.

Tous les détails des débats, des mesures et de leur interprétation y figurent. Ce rapport va à l'essentiel.

2 - Site de Vaujours

La figure 1 présente le plan du CEV en distinguant le fort central et l'extérieur du fort. On y voit notamment les zones de tirs où de l'uranium a été mis en œuvre et les puits de drainage des réseaux de collecte des eaux pluviales (et des eaux de lavage des casemates de tirs), éléments qui sont fréquemment cités dans ce rapport. La figure 2 situe le CEV dans son contexte environnemental. On y distingue les sources exutoires des eaux du site et les puits qui ont fait l'objet d'investigations.

Une synthèse documentaire concernant l'hydrogéologie du site de Vaujours effectuée par Burgéap montre qu'au droit du site se trouvent deux nappes d'eau. La première est une nappe perchée (nappe du Brie) qui au droit du fort central est à une profondeur maximale d'une dizaine de mètres et qui s'écoule vers le sud. La seconde est une nappe profonde (nappe de l'Eocène supérieur) d'extension régionale, à une profondeur de 80 mètres environ, qui s'écoule également vers le sud. Entre ces deux nappes, on rencontre du haut vers le bas, les argiles vertes, milieu très peu perméable sur lequel repose la nappe perchée, puis des marnes et enfin le gypse. Compte tenu de la très faible perméabilité des argiles vertes, la quantité d'eau qui les traverse vers le gypse est très faible. Les écoulements d'eau au dessus des argiles sont essentiellement horizontaux vers le sud et ressortent sur les côtés de la butte de Vaujours dans des colluvions argilo-marneuses de 10 mètres d'épaisseur. Quatre sources ont été identifiées dont 3 sont des exutoires de la nappe du Brie. Le reste d'eau d'infiltration ressort sous la forme d'écoulements hypodermiques difficiles à caractériser car très diffus et recouverts par des éboulis.

L'historique des puits du site a été reconstitué à partir des archives de 1870 qui décrivent ces ouvrages. Certains puits originaux sont encore en place.

3 - Objectifs de l'expertise

Les travaux complémentaires devant être entrepris sur le CEV avaient pour but de valider les résultats des mesures radiométriques déjà réalisées (teneurs en uranium et débits de dose), de faire des mesures supplémentaires en surface, en sub-surface et en profondeur et de réexaminer l'hydrogéologie du site pour préciser le cheminement des eaux d'écoulement des puits et d'une façon générale la concentration en uranium des eaux et l'origine de cet uranium.

L'atteinte de ces objectifs devait permettre de répondre aux questions retenues par l'enquête publique et même d'aller au delà puisqu'il devait en résulter une étude globale de l'état radiologique et hydrogéologique du site.

4 - Conditions de l'expertise

Le GTR a défini en premier un cahier des charges pour l'expertise qui a été approuvé par le GT et ensuite par la CS. Dans ce document général les rôles du CEA, de Subatech, de Burgéap et de la Criirad, conseiller-expert pour le compte des Associations, sont précisés ainsi que les moyens à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs. Lors du déroulement des travaux le même processus décisionnel a été suivi : discussions et propositions techniques par

le GTR, approbation par le GT puis présentation à la CS pour approbation finale. Il en a été ainsi pour toutes les grandes opérations réalisées sur le terrain qui ont fait l'objet de protocoles particuliers. Le suivi des mesures a été fait en temps réel par le GTR afin de décider, au vu des résultats d'éventuelles modifications, voire des réorientations des mesures à venir à une date donnée. Cela a conféré au GTR le caractère décisionnel nécessaire pour mener l'étude en un an et demi.

Cette façon de procéder a bien fonctionné et le dialogue au sein du GTR et du GT a toujours été très constructif.

II - Etudes sur le terrain et mesures en laboratoires

1 – Cahier des charges

Il définit en 7 points le programme des études à conduire telles qu'on pouvait logiquement les prévoir en mars 2001 compte tenu des informations disponibles. Ce cahier des charges a été suivi dans son esprit. Il a guidé le déroulement des travaux.

2 – Mesures concernant l'uranium

Les mesures radiométriques de terrain permettent de détecter et de mesurer les radionucléides émetteurs gamma d'énergie suffisante et les émetteurs bêta si l'appareil de mesure est proche de la source (sols ou murs). Les mesures radiométriques courantes en laboratoire permettent de mesurer les radionucléides émetteurs gamma, bêta ou alpha. La précision des mesures est limitée du fait des fluctuations statistiques radioactives et il s'ensuit que les rapports isotopiques mesurés par radioactivité gamma ou alpha, comme par exemple le rapport uranium 235/uranium 238 (U235/U238), sont entachés d'une grande incertitude. Les techniques de spectrométrie de masse permettent de mesurer directement, sans faire appel à la radioactivité, les concentrations de nombreux isotopes dans un échantillon donné. Dans leur version la plus performante on peut avoir accès aux rapports isotopiques avec une très grande précision. Ces mesures sont longues et délicates à mettre en œuvre, notamment sur des échantillons solides de sols qu'il faut complètement dissoudre. Le CEA disposant de cette technique a été sollicité pour faire ces mesures.

L'uranium utilisé dans les expériences à Vaujours était de l'uranium naturel et des uraniums de qualité militaire appauvris en U235. Cette particularité a été précieuse pour l'expertise.

L'uranium naturel a une composition isotopique invariable caractérisée par un rapport isotopique atomique U235/U238 égal à 0,00725. U238 n'émet pas de gamma facilement mesurables mais il est en équilibre avec des radionucléides qui sont ses descendants. Ces derniers ont la même activité que U238 et certains d'entre eux sont des émetteurs gamma facilement mesurables. Il s'agit des radionucléides suivants: thorium 234, protactinium 234métastable et radium 226 avec ses descendants notamment bismuth 214 et plomb 214 (qui signent en général l'uranium naturel). U235, également en équilibre avec ses descendants, est généralement mesuré par ses propres rayonnements gamma.

L'uranium naturel manufacturé (ou anthropique) a la même composition isotopique que l'uranium naturel mais il n'est plus en équilibre avec le radium 226. L'uranium appauvri est caractérisé par un rapport isotopique U235/U238 inférieur à celui de l'uranium naturel et il n'est pas non plus en équilibre avec le radium 226 et ses descendants. L'analyse des terres

contaminées et enlevées de Vaujours lors de l'assainissement du site en 1998 et actuellement entreposées montre que l'uranium utilisé à Vaujours a un rapport isotopique atomique moyen U^{235}/U^{238} de 0,00671 (plusieurs mesures ont été faites sur ces terres) mais de l'uranium avec un rapport isotopique aussi faible que 0,002 a aussi été utilisé en zone RX1. Cette différence d'isotopie (relativement à l'isotopie naturelle) même lorsqu'elle est très faible permet de "tracer" l'uranium anthropique, c'est à dire de connaître où se trouve l'uranium ayant servi aux expérimentations du CEV.

L'activité moyenne en uranium naturel des sols de la région de Vaujours correspond à environ 40 becquerels de U^{238} par kilogramme de sol sec (40 Bq/kg en U^{238}) soit une concentration d'environ 3 milligrammes de U^{238} par kilogramme de sol (1 Bq de U^{238} correspond à 80 microgrammes de U^{238}). La présence de cet uranium et de ses descendants induit un débit de dose moyen à 1 mètre du sol de l'ordre de 0,025 microgray par heure dû au rayonnement gamma (ou de 0,025 microsievert ce qui est équivalent dans le cas du rayonnement gamma). A cela il faut ajouter l'effet des rayonnements gamma des autres radionucléides naturels présents dans les sols, qui conduit à une dose à peu près égale à celle donnée par l'uranium. Ainsi le débit de dose naturel à 1 mètre du sol est de l'ordre de 0,05 microgray par heure. En raison de la présence dans les sols de radionucléides naturels il convient de déterminer, avant toute mesure d'activité, le bruit de fond d'activité naturelle pour chaque appareil de mesure de radioactivité.

En cas de marquage d'une zone du sol par un excès d'uranium naturel ou appauvri (par rapport à la teneur naturelle), l'activité et le débit de dose augmentent au droit de la zone par rapport aux valeurs naturelles. Dans ce rapport, on appelle « points singuliers », des zones définies comme ayant une activité gamma supérieure à 3 fois le bruit de fond du site. Cette limite est de nature opérationnelle et n'a rien de réglementaire, elle permet seulement de repérer sans contestation un marquage du sol, compte tenu des variations naturelles de radioactivité.

Il convient de rappeler que les limites d'activité de U^{238} et de débit de dose de référence indiqués par la Direction Générale de la Santé (DGS) en 1998 pour que le site de Vaujours soit rendu accessible au public, sont respectivement de 5000 Bq/kg et 1 microgray par heure (à 1 mètre du sol). Ces valeurs sont considérées par la Criirad comme non fondées. Notons qu'un sol contaminé à 5000 Bq/kg de U^{238} anthropique donnerait une dose annuelle de 0,06 millisievert (calculée pour un séjour de 2000 heures), soit vingt fois inférieure à la valeur d'exposition du public de 1 millisievert par an fixée par le décret de droit français 2002-460 du 4 avril 2002.

La concentration de l'uranium naturel dans les eaux naturelles est de quelques microgrammes par litre.

Les résultats obtenus par Subatech, la Criirad et le CEA ont toujours été concordants aux incertitudes de mesures près.

3 - Déroulement des travaux et résultats

Plusieurs opérations lourdes se sont déroulées sur le terrain. Certaines ont donné des résultats directs. Pour les autres les mesures ont été faites en laboratoire. Les opérations sur le terrain ont été menées par Subatech et la Criirad en présence des Associations, du CEA et quelques fois d'un expert.

3.1 - Campagnes de « scanning gamma »

Le repérage de points singuliers au sol et sur les murs intérieurs des casemates était la première opération à entreprendre. Elle a eu lieu selon un maillage plus ou moins serré compte tenu de la configuration du terrain et selon un protocole défini.

Cette cartographie gamma s'est déroulée en 2 temps : une première campagne du 23 avril au 11 mai 2001 puis une seconde du 10 au 12 juillet en zone CA14 (à l'intérieur du fort central) couplée avec la deuxième campagne de prélèvements d'échantillons de sol (voir ci-dessous). L'extérieur et l'intérieur du fort central (y compris les casemates d'expérimentation) ont été complètement explorés. Au total, 36 points singuliers ont été mis en évidence, dont 2 à l'extérieur du fort central. Les activités de trois de ces points, dont les deux à l'extérieur du fort, étaient dues à des débris de sources radioactives de paratonnerres (présence de radium 226 et d'américium 241). Les points singuliers détectés et leurs activités par rapport au bruit de fond sont présentés sur la figure 3. Les débris de sources de paratonnerre ont été enlevés le 26 juin 2001.

L'activité des murs des casemates a été supprimée par piquage.

3.2 - Campagne de prélèvements d'échantillons

Un protocole définissant les modalités de prélèvement de sol, la préparation des lots à analyser et la répartition des lots ainsi que la méthode de mesure par spectrométrie gamma, a été approuvé par les différentes parties. Des prélèvements ont été effectués en surface ou sub-surface et en profondeur par sondage et carottage (voir ci-dessous).

3.2.1 - Prélèvements de sols et de mousses

Deux campagnes de prélèvements ont été effectuées : du 26 au 29 juin 2001 puis du 10 au 12 juillet. En chaque emplacement, 3 échantillons de sol ont été prélevés sur une profondeur de 30 cm: tranche 0 - 10 cm, tranche 10 - 20 cm et tranche 20 - 30 cm. A l'exception de la zone CA14, des prélèvements de sols ont été réalisés sur l'ensemble des points singuliers détectés par le scanning gamma. Pour CA14, compte tenu du nombre important de points singuliers dans cette zone (17), un échantillonnage représentatif (9 prélèvements) a été choisi. Dans l'aire de brûlage, malgré l'absence de point singulier, deux prélèvements ont été effectués. Enfin des prélèvements de référence ont été réalisés.

Les résultats des mesures pour les sols sont présentés sur la figure 4. Ils correspondent à l'analyse de l'ensemble des tranches 0-10 cm et 20-30 cm de tous les points singuliers et des points de référence.

Des prélèvements de mousses, utilisées comme bio-indicateurs, ont été réalisés par la Criirad à l'intérieur et à l'extérieur du site de Vaujours : 3 à l'intérieur du fort central, 3 à l'extérieur du fort central et 3 à l'extérieur du site de Vaujours.

La localisation des prélèvements de mousses est présentée sur la figure 5.

Ces résultats appellent les remarques suivantes.

Echantillons de référence toutes zones

L'activité des prélèvements de référence, correspondant au bruit de fond, mesurée sur 8 points du fort central (1 en RX1, 4 en CA14, 1 en PH, 2 autres en RX3) correspond à la teneur naturelle moyenne en uranium des sols de la région, d'environ 40 Bq/kg en U238.

Zone RX1 et PH

L'activité des échantillons prélevés en zone RX1 (PS4 et PS5) et PH (PS2 et PS3) correspond à un niveau d'activité naturelle. Les débits de dose plus élevés que la normale observés lors des mesures de la cartographie gamma par Subatech sur ces quatre points singuliers ont pour origine la radioactivité naturelle des pierres et roches environnantes qui ont été écartées dans la préparation des échantillons de terrain.

Zone en face de la casemate CA3

Les 2 échantillons prélevés au niveau des points singuliers PS1 et PC9 présentent un net marquage en U238 : activité de 12 000 Bq/kg en surface et 270 Bq/kg dans la tranche 20 - 30 cm. Cet uranium provient probablement d'une contamination résiduelle au moment de l'évacuation des déchets contaminés de la zone RX1 (ces points coïncident avec l'emplacement de la benne destinée à recevoir ces déchets).

Zone de la casemate CA5

Les échantillons prélevés en surface au niveau du point singulier PS8 présentent un marquage en radium 226 et américium 241 : environ 700 Bq/kg en radium et 60 Bq/kg en américium. Cette activité est due à quelques reliquats des débris de la source de paratonnerre qui avaient été supprimés par le CEA lors de son intervention le 26 juin 2001. Cette zone n'est pas contaminée en uranium. Dans les échantillons de sols au point singulier PS8, il n'y a pas de plutonium 241 qui aurait pu donner naissance à son descendant l'américium 241. Les teneurs en isotopes plutonium 239 et plutonium 240 proviennent des retombées des expérimentations nucléaires mondiales. Il en est de même pour le césium 137. Compte tenu de l'ensemble de ces résultats, il y a deux origines possibles pour expliquer la présence de cet américium. La première, peu probable, serait un détecteur d'incendie (432 détecteurs ont été retirés en 1997). La seconde, plus vraisemblable, serait un ancien paratonnerre à l'américium 241 installé par les militaires et foudroyé (voir fiche du CEA sur ces mesures).

Zone RX3

L'activité en surface atteint 30 000 Bq/kg en U238 au point PS7 et est comprise entre 900 et 1300 Bq/kg dans la tranche 20 - 30 cm des 3 points singuliers PS6, PS7 et PC8.

Zone CA14

On observe des contaminations élevées en U238 en surface, atteignant 150 000 Bq/kg au niveau du point singulier PS14. Les tranches 20-30 cm présentent des valeurs comprises entre 400 et 1 800 Bq/kg. Quelques fragments d'uranium métallique ont été trouvés. La zone contaminée représente une surface de 200 m² environ (20 mètres sur 10 mètres).

Mousses

Aucune trace d'uranium n'a été détectée sur les 9 échantillons de mousse (résultats inférieurs à une limite de détection de 150 Bq/kg sec de mousse), à l'exception d'un échantillon prélevé sur un muret de la zone RX1 pour lequel une activité de l'ordre de 200 Bq/kg sec, soit légèrement au dessus du bruit de fond, a été mesurée. Les mousses ne

révèlent pas d'impact environnemental à l'extérieur du fort central, c'est à dire dans le site de Vaujours et son environnement.

Les rapports isotopiques U235/U238, mesurés par spectrométrie gamma avec une incertitude importante, ne permettent pas de conclure quant à la présence ou non d'uranium anthropique dans les prélèvements de sol effectués.

A la suite de ces mesures il a été décidé, selon le processus décrit, et conformément à un protocole présenté par le CEA, de procéder à l'enlèvement des terres autour de tous les points singuliers (après un contrôle gamma de surface, très fin, autour des prélèvements) et sur toute la zone CA14 jusqu'à la profondeur nécessaire pour éliminer toute activité dépassant 3 fois le bruit de fond. Après cette opération une nouvelle cartographie gamma détaillée devait être effectuée et des prélèvements devaient être réalisés et analysés en cas de découverte de nouveaux points singuliers.

La zone CA14 n'a pas été utilisée pour les expérimentations et n'a pas fait l'objet de travaux d'assainissement en 1997-1998. Il était donc surprenant qu'elle soit contaminée en uranium. Le scénario le plus probable pour expliquer la contamination constatée est que des déchets, considérés comme peu contaminés selon les recommandations de l'époque, ont été déplacés depuis la zone PH pendant les années 1958-1960. Compte tenu de l'importance des opérations d'assainissement du fort central entreprises par le CEA en 1997-1998, la prise en compte de la zone CA14 n'aurait pas occasionné une augmentation importante des coûts. Cette zone n'a donc pas été volontairement oubliée lors des opérations d'assainissement.

3.2.2 - Prélèvements en profondeur

Pour déceler une éventuelle accumulation d'uranium en profondeur, la concentration de l'uranium et le rapport isotopique U235/U238 ont été mesurés par spectrométrie de masse sur des échantillons de forage notamment sur des carottes des forages PzB1 et PzE (voir ci-dessous) correspondant aux différents horizons des terrains. L'interface calcaire de Brie/argiles vertes (entre 7 et 9 mètres) a été particulièrement examiné en raison d'une possible rétention préférentielle d'uranium sur les minéraux argileux durant les dernières décennies.

Il n'y a pas d'anomalies de concentration en uranium dans les carottes des forages PzB1 et PzE correspondant notamment aux calcaires du Brie, aux argiles vertes, aux marnes supragypseuses, et aux deux premières masses du gypse, ni aux interfaces. Les variations de concentration (figure 6) sont liées à la nature des couches lithologiques c'est à dire à leur composition minéralogique ce qui ne confirme pas l'hypothèse d'une accumulation d'uranium au cours du temps dans cette zone. Les rapports isotopiques U235/U238 à l'interface calcaire du Brie/argiles vertes sont, aux incertitudes près, ceux de l'uranium naturel. Deux échantillons (vers 8-9 mètres) présentent un rapport isotopique atomique de 0,00705 avec des incertitudes associées qui sembleraient indiquer un très léger écart par rapport aux valeurs naturelles mais ces écarts ne peuvent être considérés comme vraiment significatifs. Aucun apport d'uranium appauvri utilisé dans les expérimentations n'est donc décelable.

3.3 - Campagne d'enlèvement de terres contaminées

L'assainissement de la zone CA 14 et des points singuliers dans le fort de Vaujours a été réalisé selon un cahier des charges établi par le CEA. Cette opération lourde a nécessité le

traitement d'une surface d'environ 950 m² en CA14. Elle a permis de récupérer des petits morceaux d'uranium métallique oxydé en surface (872 grammes). Le bilan déchets est de 2 fûts de 200 l (71 kg) de déchets FA (faible activité) et de 20 "big-bag" (environ 18 tonnes) de terre contaminée TFA (très faible activité). Tous les déchets ont été évacués du site.

3.4 - Campagne de contrôle radiologique et de mesure par « Autonuc »

Les mesures de contrôle du site ont été réalisées selon un protocole adopté le 12 avril 2002 en GTR. Un contrôle supplémentaire consistant en 4 prélèvements de sol en des points des zones CA 14 et RX1 choisis par la Criirad a aussi été réalisé. La campagne de détection gamma auto-portée Autonuc en dehors du fort central s'est déroulée comme prévu. Les Associations ont participé à ces deux contrôles.

Lors du contrôle de la zone CA 14 et des zones où se trouvaient les points singuliers il n'a pas été détecté d'activité supérieure à 3 fois le bruit de fond. En fait toutes les activités mesurées sont proches de celles des bruits de fond des terrains et des roches. Les débits de doses à 1 m du sol sont normaux.

Ainsi, compte tenu de la totalité des mesures qui ont été effectuées et notamment des mesures de contrôle il n'existe plus, sur le fort central, en surface et en sub-surface de points d'activité anormale. En effet la fourchette des valeurs mesurées est comprise dans les fluctuations radioactives du bruit de fond.

En dehors du fort central les mesures faites à l'aide d'un système de détecteur gamma haute performance auto-porté "Autonuc" montrent qu'il n'y a pas d'anomalie radiologique. Ainsi les doutes sur la présence d'une éventuelle source radioactive comme celles trouvées précédemment sont levés.

3.5 - Campagne de reconnaissance des puits

Des inspections avec caméra des puits en fonctionnement ont été effectuées en septembre 2001 afin de vérifier leur état et de confirmer ou infirmer l'existence de poches de dissolution qui auraient pu se former au droit de ces puits. Lors de ces inspections, les observations ont montré qu'il n'y a aucune dissolution importante de gypse en fond de puits (peut être de l'ordre de 10 mètres cubes au maximum), que des éboulis existent sur quelques mètres dans tous les fonds de puits et qu'il n'y a pas de sédiments au fond des puits. La mesure de concentration en uranium dans les sédiments qui avait été planifiée n'a, de ce fait, pu avoir lieu. Des galeries horizontales d'évacuation repérées sur certains puits n'ont pas pu être examinées. Des galeries doivent se trouver sous les éboulis.

3.6 - Campagnes de forages, d'implantation de piézomètres et de forage profond

Une coupe schématique des formations géologiques du site de Vaujours est donnée figure 8. L'objectif de ces campagnes était de mieux caractériser ces formations géologiques et les nappes d'eau du site, de lever les indéterminations qui subsistaient au vu des informations disponibles sur le fonctionnement du système de percolation des eaux souterraines, en particulier d'identifier les exutoires en contrebas du site de Vaujours des eaux transitant par les puits de drainage et de mesurer les concentrations en uranium dans les eaux et horizons du sous-sol. Sept sondages (PzB1 à PzB7), dont 3 carottés, ont été réalisés en septembre 2001 dans le calcaire du Brie et ont été équipés de piézomètres. Ces sondages d'une dizaine de

mètres ont été effectués à proximité immédiate de points singuliers. Un huitième sondage (PzE) à une profondeur supérieure à 80 mètres jusqu'à l'Eocène a été carotté puis équipé de « packers » fin 2001. Sa partie inférieure non carottée a atteint les sables de Beauchamp (100 m).

La localisation des sondages à l'intérieur et à l'extérieur du fort central est portée sur la figure 9.

En étudiant les niveaux d'eau et les débits des piézomètres, on a établi :

- le sens d'écoulement préférentiel de la nappe du calcaire de Brie. Les relevés topographiques précis de la tête des puits, ainsi que l'établissement de la chronique des variations de niveaux piézométriques, montrent que la nappe du Brie répond très rapidement aux événements pluviométriques et que son écoulement se fait quasi intégralement vers le sud. Pour aller aux colluvions le trajet des eaux d'infiltration au droit du site, qui est d'environ de 3 à 400 mètres, demande un an.
- la perméabilité des formations. Le relevé des niveaux d'eau dans le forage PzE suite à l'individualisation des différentes formations géologiques par des packers montre qu'il n'existe aucune percolation « per descensum » de l'eau au travers des formations des argiles vertes, marnes supragypseuses et gypse « stricto sensu ». Les temps de transit calculés sont de l'ordre de plusieurs centaines voire milliers d'années et cela confirme, par la même, le caractère imperméable de ces formations.
- la charge de la nappe de l'Eocène. La nappe de l'Eocène (Sables de Beauchamp) est en charge (niveau piézométrique à une cote supérieure à celle du toit de l'aquifère) sous une couverture de calcaire marneux qui peut être considérée comme imperméable.

Sous conditions d'infiltrations naturelles, aucune percolation vers les horizons sous-jacents au calcaire de Brie n'est possible. Seules les percolations rapides (quelques jours) des eaux de pluie et de la nappe perchée du Brie, drainées par les puits, sont possibles. Elles vont aux colluvions où elles sont diluées par les eaux de ruissellement.

3.7 - Campagnes de prélèvement d'eaux

Les caractéristiques physico-chimiques des eaux au droit (piézomètres) et à l'aval (sources et puits) du site de Vaujours, c'est à dire sur le flanc Sud de la butte ont été déterminées en analysant les eaux à partir des prélèvements effectués en novembre 2001 et en avril-mai 2002. Trois aquifères ont été échantillonnés : l'aquifère des calcaires de Brie, l'aquifère des Sables de Beauchamp (Eocène) et l'aquifère contenu dans les colluvions en bordure de pente de la butte. Novembre marque le début de la période de recharge des nappes et avril la fin de la période de recharge. Ces deux campagnes de prélèvement d'eau ont permis de cerner les variations de concentrations de nombreux éléments, y compris celles de l'uranium, en fonction des conditions météorologiques (essentiellement pluviométrie). Trois prélèvements supplémentaires ont été effectués lors de la deuxième campagne dans la nappe de l'Eocène au niveau du piézomètre PzE à différentes profondeurs.

Les concentrations en uranium des eaux collectées par les puits du fort central ont aussi été mesurées.

Les protocoles de prélèvements, de conditionnement et d'analyse des eaux ont été approuvés selon le processus habituel et ont été similaires au cours des deux campagnes. La figure 10 donne les valeurs des concentrations en uranium pour les deux campagnes. La figure 11 donne l'ensemble des valeurs des rapports isotopiques U235/U238.

Les analyses des éléments majeurs font ressortir que :

- les eaux de la nappe du Brie sont carbonatées calciques, assez faiblement minéralisées. Le profil chimique des eaux est semblable entre novembre 2001 et avril 2002. Au droit du Fort Central, les eaux de la nappe du Brie (PzB1, PzB2, PzB3) sont enrichies en sulfates (mais aussi en sodium d'origine inconnue). En effet au niveau des puits d'infiltration (P2 et P9), les eaux de la nappe du Brie, plus ou moins diluées par les eaux de ruissellement, se chargent en sulfate et calcium au contact du gypse. Les concentrations en uranium dans la nappe du Brie sont globalement stables entre novembre 2001 et avril 2002. Elles sont deux à trois fois plus élevées au droit du fort central que dans le reste de la nappe. Seules les eaux prélevées dans le piézomètre PzB1 ont des rapports isotopiques U235/U238 légèrement inférieurs à celui de l'uranium naturel

- les eaux de la nappe des Colluvions sont sulfatées calciques, assez fortement minéralisées. La teneur en éléments des eaux prélevées en avril 2002 sont légèrement inférieures à celles des eaux prélevées en novembre 2001 en raison de la dilution due à la recharge de la nappe. Pour la même raison les teneurs en uranium sont plus faibles en avril 2002 qu'en novembre 2001. Le rapport isotopique U235/U238 mesuré sur ces eaux est celui de l'uranium naturel.

- les eaux de la nappe de l'Eocène Supérieur (Pz3 France-Déchets et PzE), première nappe régionale au droit du site de Vaujours, sont des eaux sulfatées calciques, fortement minéralisées. La teneur en uranium dans la nappe de l'Eocène Supérieur est deux fois plus élevée en PzE qu'en Pz3 France-Déchets. Cette différence est liée à des variations de faciès des formations de l'Eocène Supérieur entre ces deux points de prélèvement comme le confirment les rapports isotopiques U235/U238 mesurés sur ces eaux, qui sont caractéristiques de l'uranium naturel.

Ainsi les eaux de l'aquifère du calcaire de Brie présentent un faciès bicarbonaté calcique. En revanche, les eaux de l'aquifère de l'Eocène et dans une moindre mesure les eaux des colluvions présentent un faciès sulfaté calcique. Ces eaux sont donc différentes. Il apparaît que le faciès chimique des différentes eaux échantillonnées représente un mélange entre les eaux bicarbonatées calciques du calcaire de Brie et une eau à saturation vis à vis du gypse.

Pour ce qui concerne les eaux de ruissellement seules celles collectées dans le puits P2 présentent un rapport isotopique U235/U238 inférieur à celui de l'uranium naturel. A l'extérieur du site aucune anomalie de ce rapport n'a été constaté.

L'ensemble de ces mesures montrent que les concentrations en uranium 238 ne présentent pas d'anomalies, sont faibles et dans une gamme de concentration comprise entre 2 et 10 microgrammes par litre conformes aux valeurs naturelles. Les concentrations les plus élevées ont été mesurées sur les échantillons provenant du fort central dans la partie la plus en amont de l'écoulement. Elles diminuent à mesure qu'on s'éloigne en suivant le sens de l'écoulement. Les valeurs les plus faibles sont atteintes au niveau des puits de Courtry. Toutes ces valeurs sont très inférieures au seuil de potabilité des eaux souterraines qui est de 100 microgrammes par litre. Les valeurs des rapports isotopiques U235 /U238 indiquent clairement que les eaux

souterraines ne contiennent que de l'uranium naturel. Seules les valeurs mesurées en PzB1 (nappe du Brie) et P2 (eaux de ruissellement et partiellement nappe du Brie) montrent un rapport isotopique influencé par de l'apport d'uranium anthropique. Le puits P2 draine la plus large partie des eaux de ruissellement du site et des eaux de la nappe du Brie récupérées par les douves du fort central, le piézomètre PzB1 ne récolte que des eaux du Brie. Le puits P2 et le piézomètre PzB1 sont proches de la zone de tir RX1. Dans toutes les autres eaux (nappes du Brie, des colluvions et de l'Eocène Supérieur) ce marquage n'est pas décelable malgré la précision des mesures.

Ces mesures montrent que l'uranium dispersé à l'époque autour des zones de tir mentionnées ci-dessus a marqué le sol superficiellement d'une façon diffuse et que cet uranium est actuellement encore lixivié par les eaux allant au puits de drainage P2. De l'uranium est ainsi transféré via ce puits vers la nappe des colluvions où il est très dilué puisque aucun marquage en uranium appauvri n'y est décelé.

Des mesures complémentaires d'activité en tritium dans les eaux ont été réalisées à la demande de la Criirad. Les teneurs en tritium dans les eaux sont toutes inférieures à 10 Bq/l (pour les deux campagnes) et proches des valeurs typiques en région parisienne. Il n'y a pas d'apport anthropique local.

III – Conclusions

L'état radiologique du sous-sol et des nappes d'eau et le système hydrogéologique du site de Vaujours sont maintenant bien connus.

1 - Etat radiologique du site en surface

Il subsiste un marquage superficiel résiduel du sol, faible et diffus, du fort central d'une extension surfacique probablement limitée autour de la zone de tir RX1. Il s'ensuit que les eaux de ruissellement et de percolation vers le Brie collectées par le puits P2 sont localement marquée par l'uranium anthropique (uranium des expérimentations). De même, il subsiste un marquage souterrain, également faible et diffus, sous la zone RX1 qui explique le marquage observé dans le piézomètre PzB1. Les concentrations en uranium tant du sol que des eaux souterraines sont normales. On entend par là des concentrations en uranium cohérentes avec celles qui sont connues pour le milieu naturel,

A l'extérieur du fort central et sur le site il n'y a aucune anomalie radiologique.

2 - Hydrogéologie du site

Les nappes d'eaux souterraines ont leur propres caractéristiques qui montrent qu'il n'y a pas d'infiltrations naturelles verticales au travers des argiles vertes, des marnes supra-gypseuses et du gypse. Il n'y pas de mélange des eaux de ruissellement avec les eaux de ces nappes. Les eaux de ruissellement drainées par les puits sont diluées par les eaux des colluvions.

3 - Etat radiologique du sous-sol du site

Le sous-sol du fort central (excepté localement la nappe du Brie) n'est pas marqué par l'uranium anthropique. Les variations locales de concentration en uranium jusqu'à la profondeur de 80 mètres sont liées à des variations naturelles de faciès. Les eaux des nappes

sous jacentes au site (excepté localement la nappe du Brie) ne sont pas marquées par l'uranium anthropique et elles ont des concentrations normales en uranium.

4 - Etat radiologique des environs du site

Aucune trace d'uranium utilisé dans des expérimentation n'a été décelée dans les puits aux environs du site.

IV – Recommandations

Toutes les mesures radiométriques et radiologiques réalisées sur le CEV pendant : a) les opérations de détection de zones surfaciques présentant des anomalies de radioactivité, b) l'enlèvement des parties contaminées ou simplement marquées, puis finalement c) lors des contrôles finaux pour vérifier que la radioactivité avait retrouvé ses valeurs naturelles, permettent de considérer que l'état radiologique du CEV est conforme aux règles prescrites par la DGS en 1998. La concentration en uranium du terrain en surface et sub-surface est même beaucoup plus faible que celle demandée par la DGS. En effet la radioactivité est celle du bruit de fond naturel. Toutefois la mesure d'une radioactivité surfacique égale au bruit de fond naturel n'exclut pas qu'il n'y ait pas en profondeur de source de radioactivité (uranium d'expérimentation) non détectable depuis la surface. Cela est valable pour tout terrain, mais compte tenu des expérimentations avec l'uranium effectuées dans le passé au CEV il semble raisonnable, par précaution, de maintenir la servitude qui avait été projetée concernant la radioactivité, mais de la limiter à l'emprise du fort central.

L'infiltration des eaux dans les puits de drainage du CEV conduit à la circulation d'eau au travers des fissures présentes dans le gypse. Ces eaux sortent, à flanc de butte, dans les colluvions où elles se diluent très fortement dans les eaux de ruissellement. Aucune anomalie de teneurs chimiques et isotopiques en uranium n'y a été détecté, ni dans les sources et puits de la périphérie du CEV. L'infiltration des eaux dans les puits provoque la dissolution du gypse et la création de poches de dissolution entraînant une instabilité des terrains sus-jacents. Des effondrements de ces terrains ont déjà eu lieu. Pour éviter tout risque géotechnique (futurs effondrements) les puits devraient être comblés. Cela évitera aussi toute propagation dans les eaux souterraines de l'uranium d'expérimentation encore présent de façon locale et diffuse en surface et sub-surface et par conséquent un éventuel marquage en uranium liée à un nouveau devenir du fort.

Annexes

- 1 - Lettre de mission
- 2 - Composition des instances
- 3 - Liste des documents tenue par la DRIRE
- 4 - Uranium

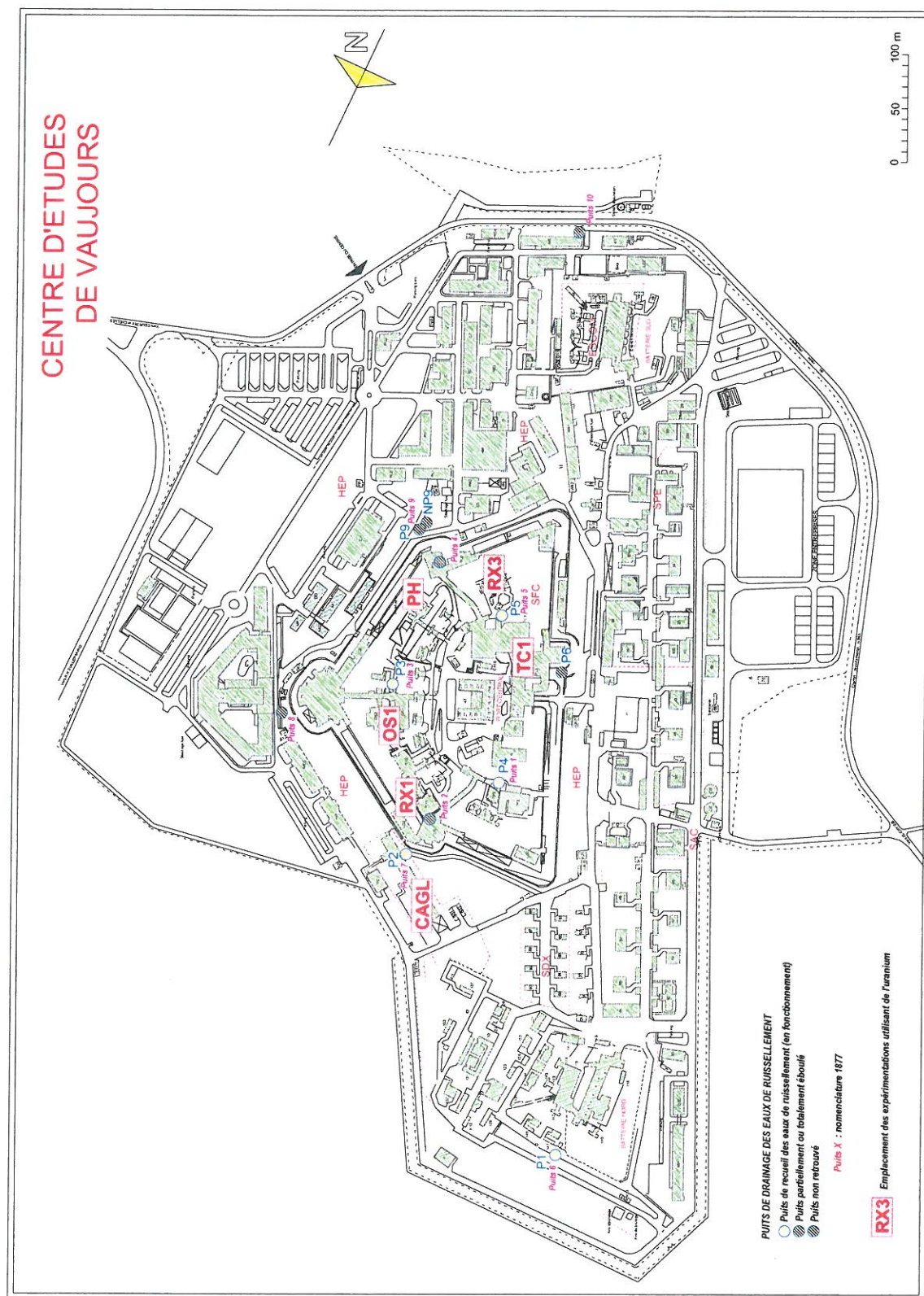


Figure 1 : Emplacement des zones de tirs ayant utilisés de l'uranium et des puits de drainage des eaux de ruissellement



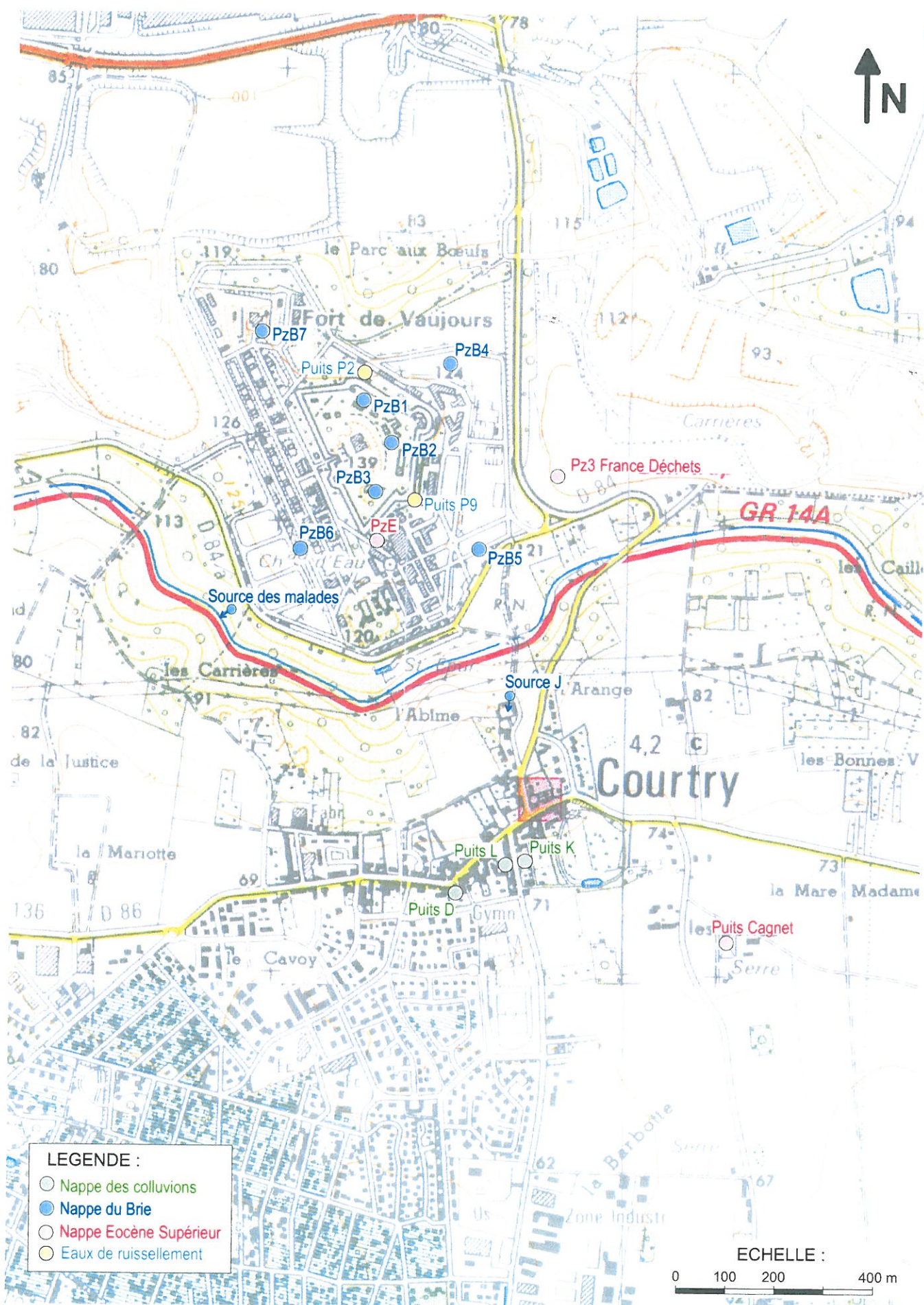
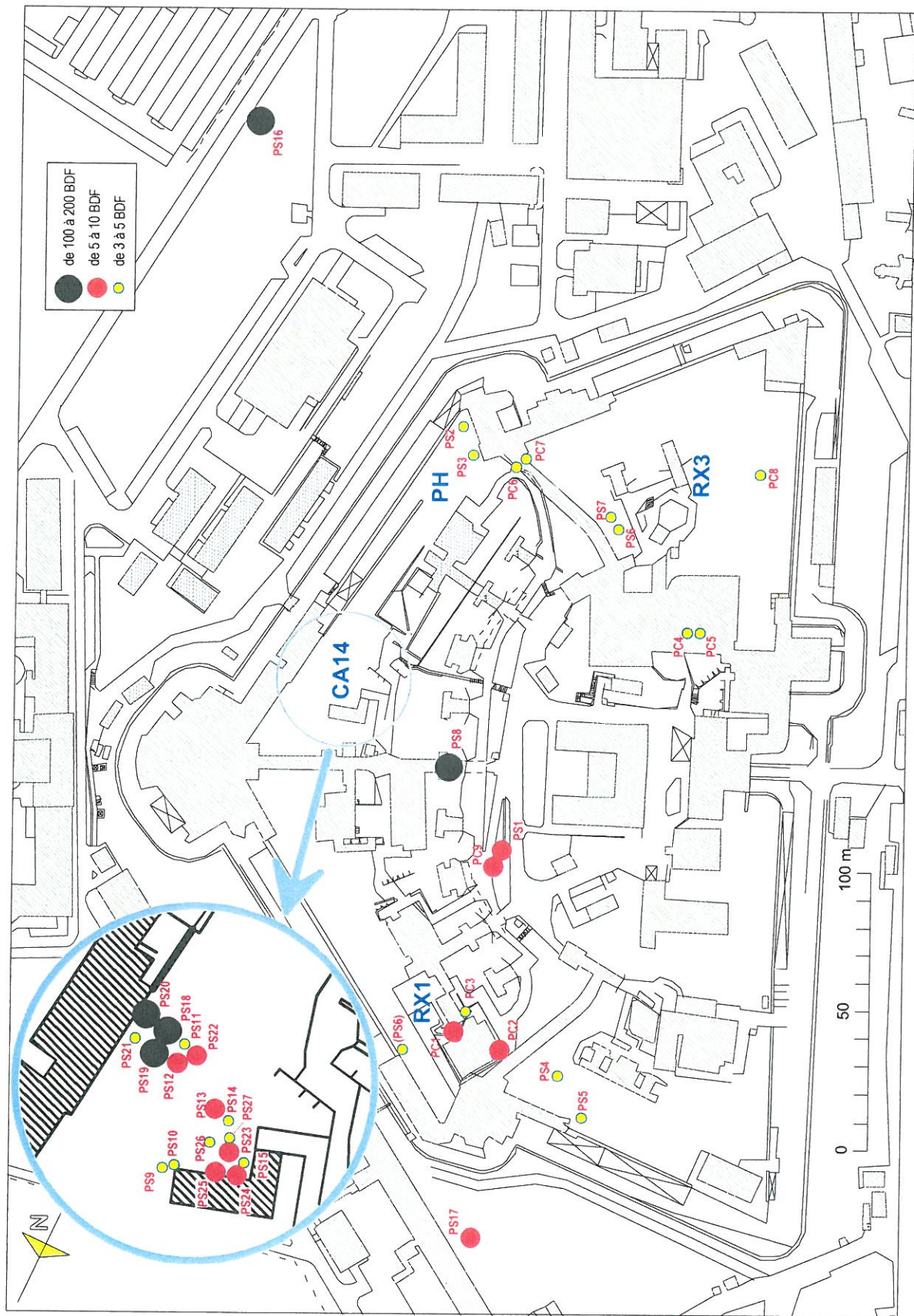


Figure 2 : Emplacements des sources exutoires, des puits investigués et des piézomètres (d'après la carte IGN au 1/25.000)



PSn : même point singulier trouvé par SUBATECH
PCn : même point singulier trouvé par la CRIIRAD

Figure 3 : Points singuliers trouvés sur le Site de Vaujours

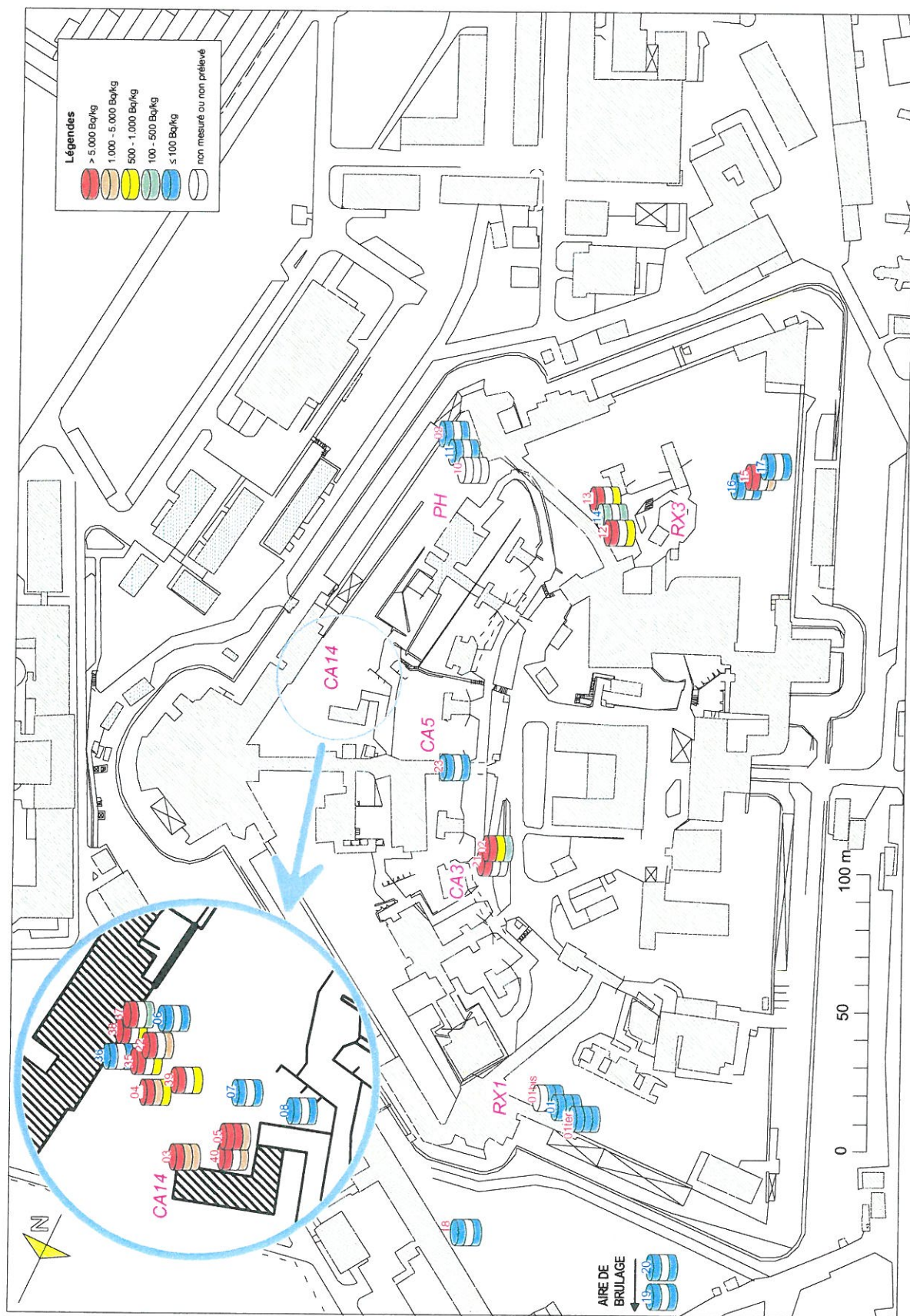


Figure 4 : Radioactivité en ^{238}U des prélèvements de sol

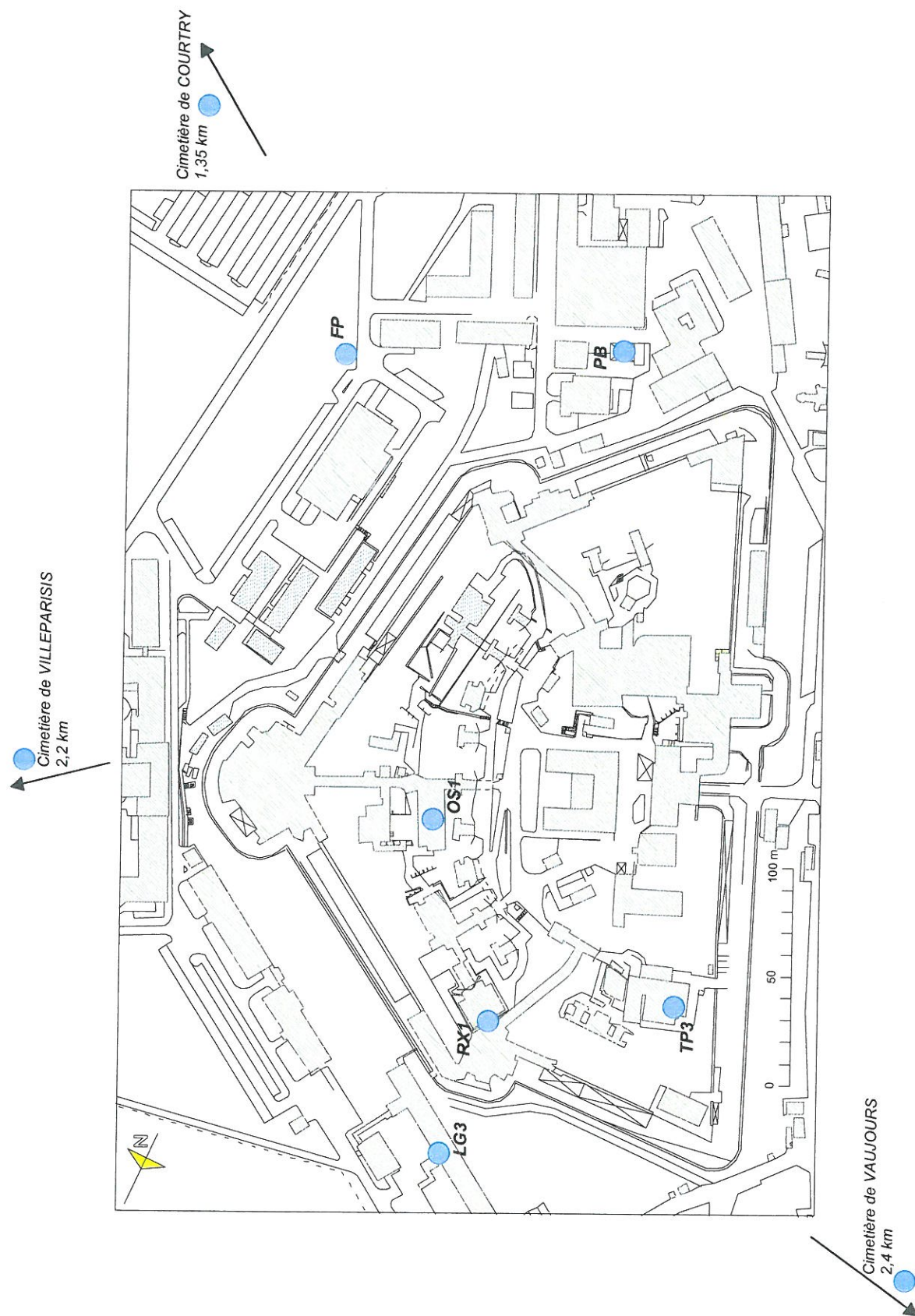


Figure 5 : Localisation des prélèvements de mousse

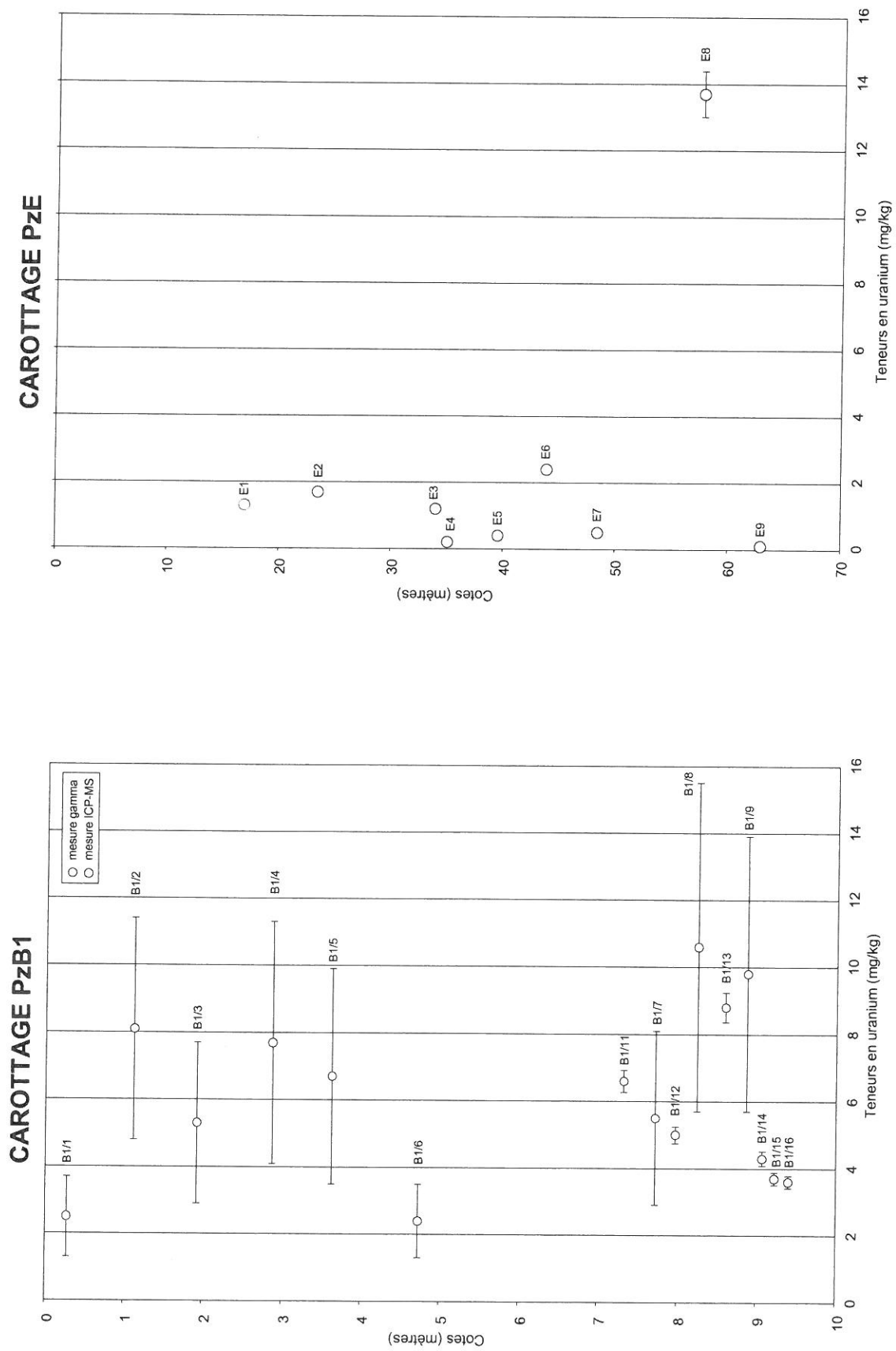


Figure 6 : Concentration en uranium des échantillons de carottes des forages PzB1 et PzE

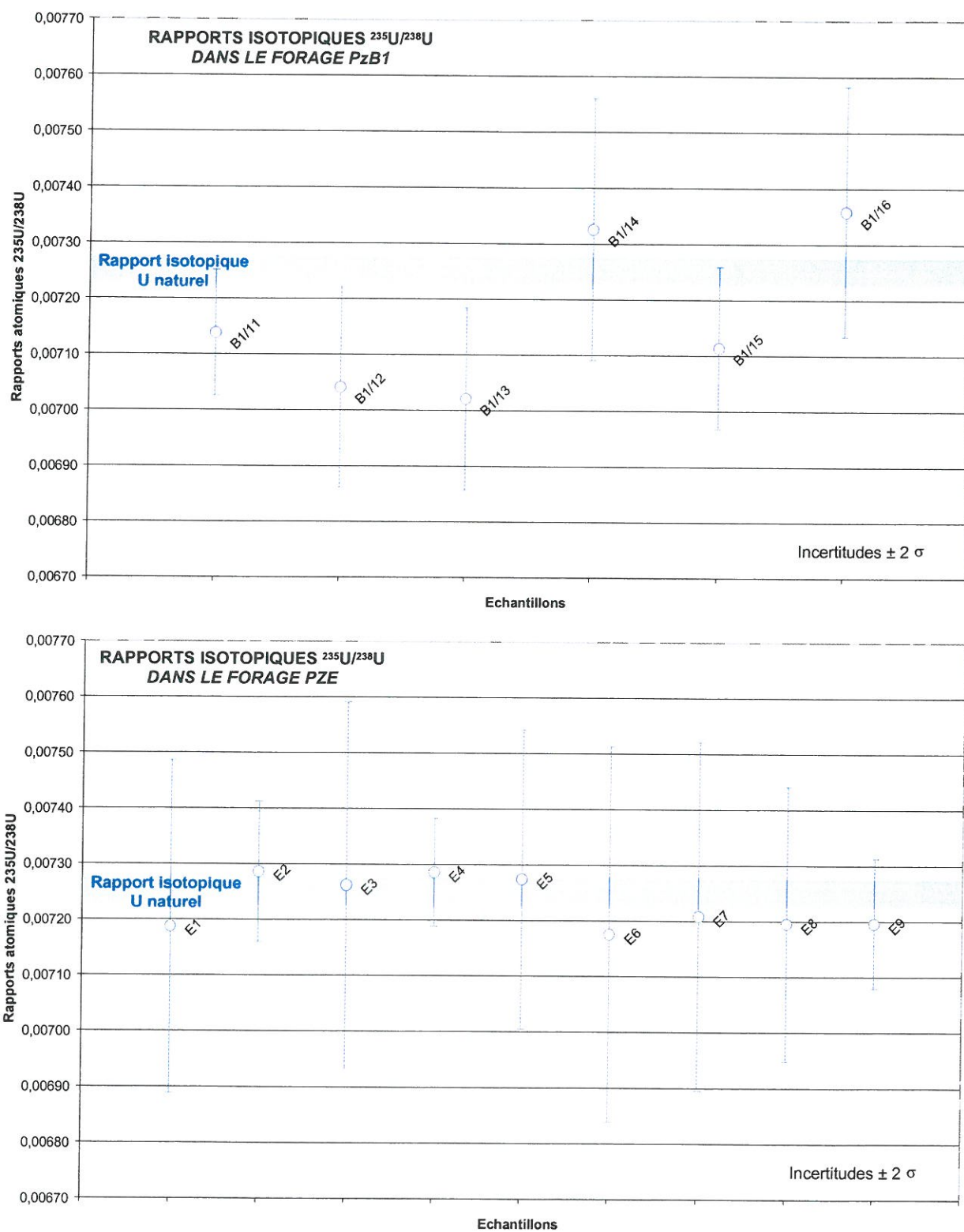


Figure 7 : Rapports isotopiques $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ dans les échantillons de carottes des forages PzB1 et PzE

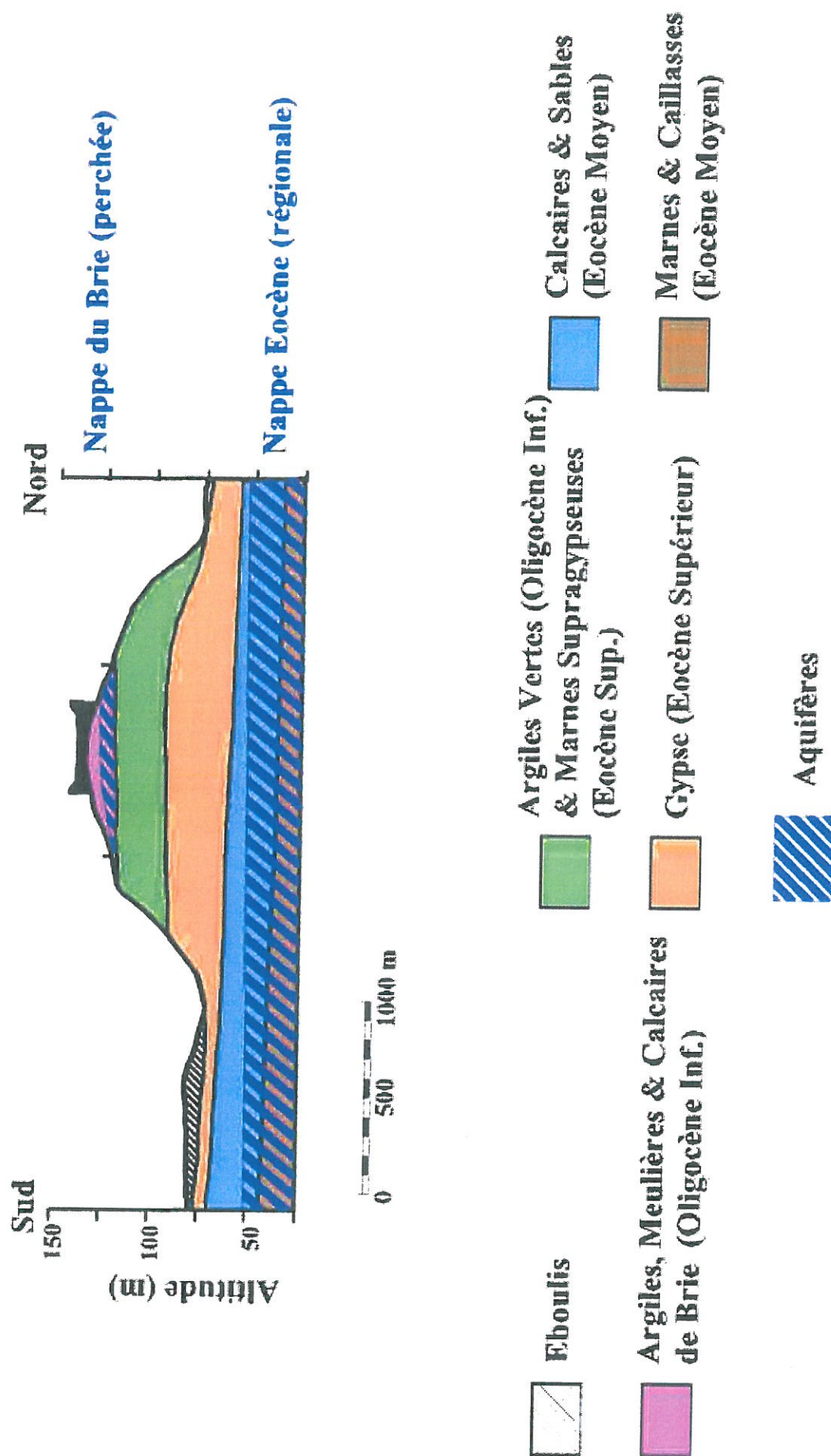


Figure 8 : Coupe géologique et hydrogéologique synthétique du promontoire de Vaujours

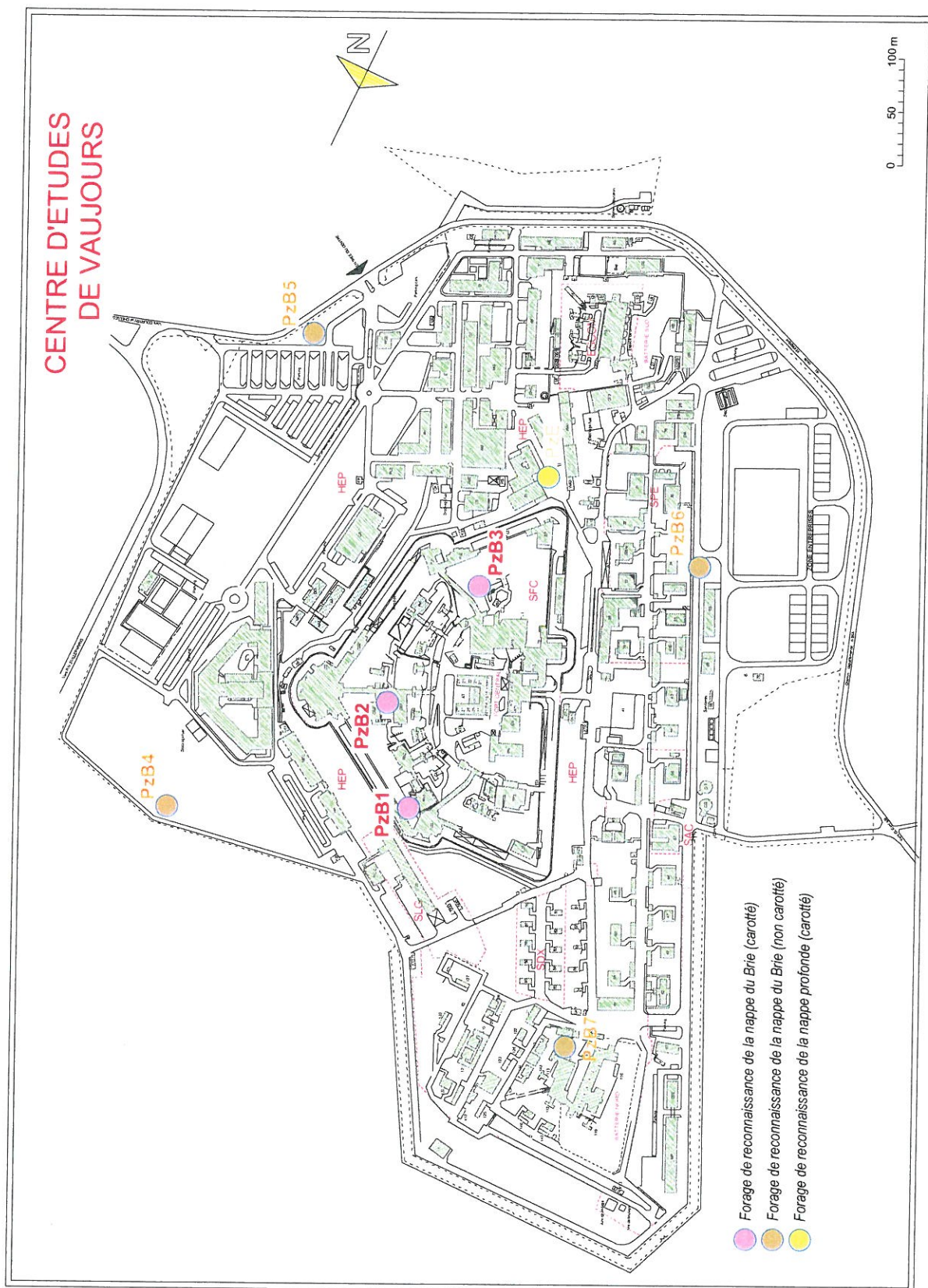


Figure 9 : Localisation des piézomètres

TENEURS EN URANIUM

Comparaison des mesures réalisées sur les eaux prélevées en Novembre 2001 et en Avril-Mai 2002
(Mesures SUBATECH)

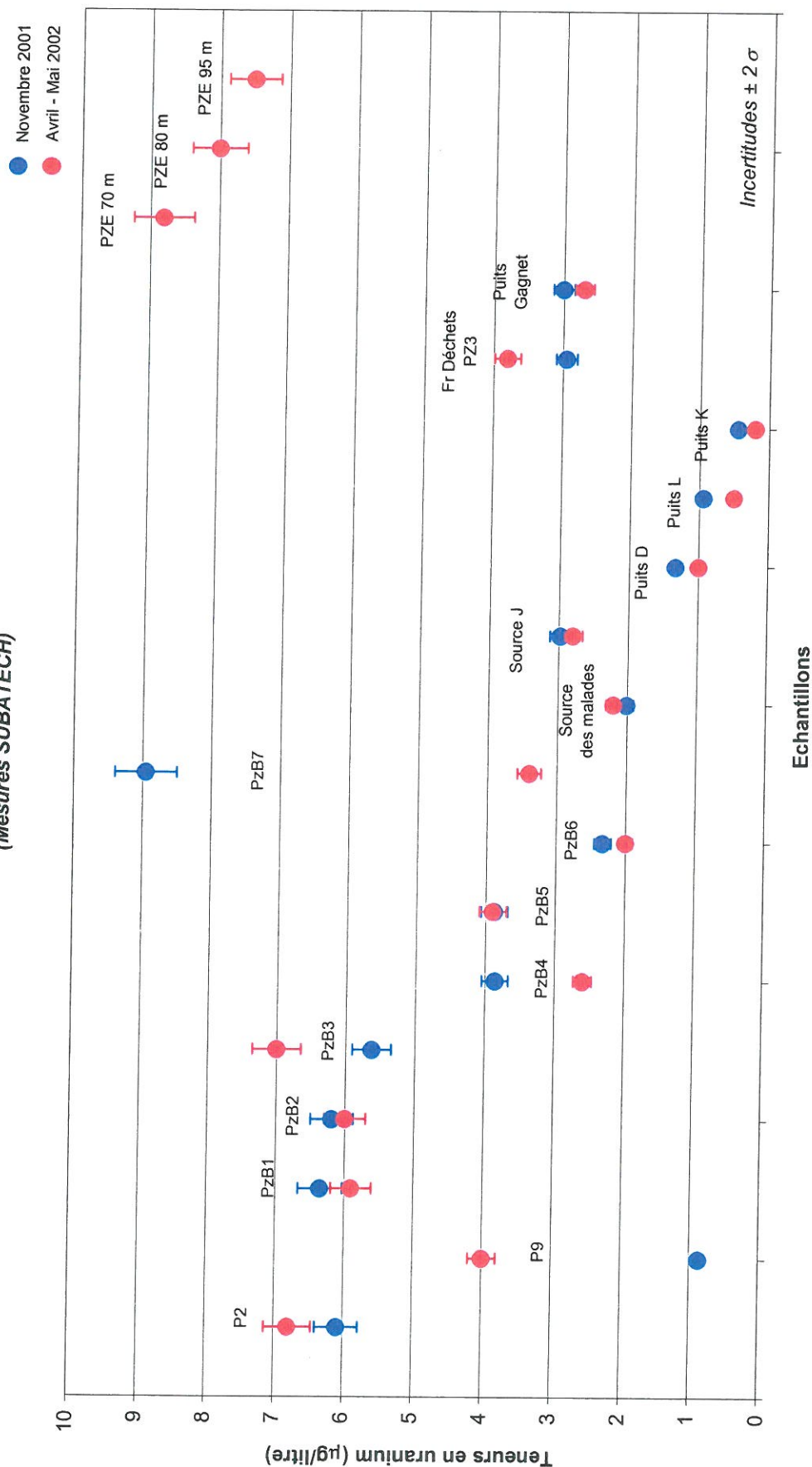


Figure 10 : Comparaison des teneurs en uranium des eaux

RAPPORTS ISOTOPIQUES $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$
Comparaison des mesures réalisées sur les eaux prélevées en Novembre 2001 et en Avril-Mai 2002
 (Mesures CEA)

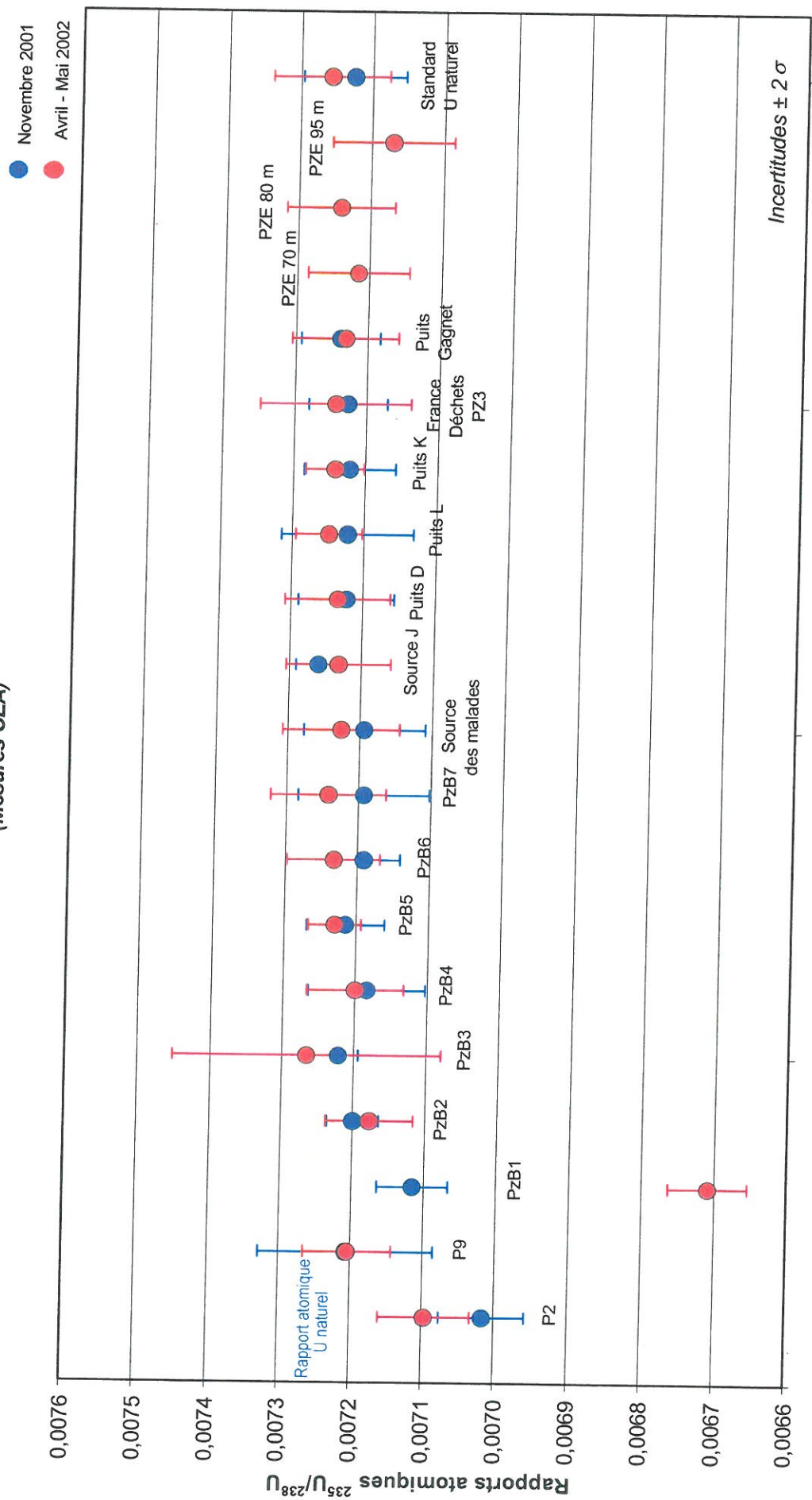


Figure 11 : Comparaison des rapports atomiques $^{235}\text{U}/^{238}\text{U}$ dans les échantillons d'eau