

# **Contexte de la surveillance des eaux souterraines et superficielles**

## **Évolutions de la réglementation sur les rejets liquides des sites.**

Depuis près de 50 ans, le CEA a exercé un suivi et un contrôle de ses rejets radioactifs dans l'environnement en s'attachant à respecter des règles établies initialement bien avant la publication des premiers décrets régissant les rejets radioactifs liquides et gazeux de 1974 et leurs arrêtés d'application de 1976.

Ces premiers décrets ont été remplacés par celui du 4 mai 1995 et par l'arrêté d'application du 26 novembre 1999 qui en précise les dispositions techniques. Ce dernier décret a été à son tour remplacé par le décret du 2 novembre 2007, pris en application de la loi du 13 juin 2006, dite loi TSN.

En application de ces réglementations successives, les sites du CEA n'ont effectué des rejets liquides que s'ils en étaient autorisés, successivement par le Haut Commissaire à l'Energie Atomique, puis par le SCPRI et enfin par un arrêté spécifique qui précisait les limites de ces rejets, leurs modalités techniques, et les surveillances du milieu récepteur à conduire.

Dans l'ensemble de ces textes, la finalité est de limiter les rejets à un niveau tel que l'impact sanitaire sur la population qui serait la plus exposée, toutes voies d'atteinte confondues, dite population cible, serait très faible.

Ces règles puis réglementations successives se sont appuyées sur des valeurs limites recommandées par la CIPR (Commission Internationale de Protection Radiologique). Ces valeurs ont évolué au cours du temps avec le développement des connaissances scientifiques et notamment médicales.

Les rejets passés ont été conformes aux règles et réglementations en vigueur. Ils entraînent des marquages de l'environnement, parfaitement suivis et tracés.

## **Évolution des valeurs guides gérant les déchets radioactifs.**

Les pratiques sur les déchets ont suivi la même évolution. Pour l'évacuation des déchets présentant une contamination résiduelle, les exploitants se sont référés, faute de valeurs réglementaires, à des seuils issus des définitions des premiers textes régissant la radioprotection de 1967, voire en utilisant les valeurs tirées des textes régissant les transports de matières radioactives.

Par ailleurs, la catégorie de déchets TFA n'est apparue que dans les années 1990.

Au fil du temps, toujours en respectant les pratiques et limites en vigueur, des déchets présentant des résidus de contamination ont été entreposés dans les sols.

## **Surveillance des eaux souterraines et superficielles des sites du CEA.**

Dès les années 1980, cette surveillance a été mise en place sur l'ensemble des sites. Elle n'est devenue réglementaire que lors des publications des différents arrêtés de rejets qui ont été pris site par site entre les années 1980 et 1995. Toutefois dès les années 1980, cette surveillance a été suivie par les autorités sanitaires, successivement le SCPRI, puis l'OPRI en enfin l'ASN, et l'ASND pour les INBS.

Cette surveillance repose sur des analyses des prélèvements effectués sur des forages ou dans des points d'eaux superficielles sur lesquels sont mesurées les radioactivités alpha, bêta, et en tritium ainsi que pour tout autre radionucléide tel que stipulé dans les prescriptions réglementaires du site.

Au droit des points de contamination ancienne, les centres ont renforcé la surveillance des eaux souterraines, soit en augmentant la fréquence des prélèvements, soit en créant des

forages dits « complémentaires ». C'est l'ensemble de ces résultats qui ont été utilisés pour établir les synthèses des sites qui figurent en annexe.

Ces différentes mesures de surveillance permettent d'alimenter les calculs de modélisation des écoulements des eaux souterraines pour améliorer la connaissance sur les migrations possibles d'un éventuel marquage des nappes.

De façon générale, les vitesses d'écoulement de ces nappes au travers des couches perméables sont lentes ainsi que les évolutions des éventuels marquages. Ces migrations de marqueurs dépendent également de l'équilibre physicochimique que ce dernier peut avoir avec le milieu.

### **Valeurs guides de qualité radiologique des eaux destinées à la consommation humaine**

Pour évaluer la qualité des eaux destinée à la consommation humaine l'organisation mondiale de la santé (OMS) a préconisé un mécanisme d'évaluation déclenché dès lors que les valeurs mesurées de la radioactivité dépassent des valeurs indicatives établies.

Il convient de bien préciser qu'il s'agit de valeurs indicatives de radioactivité et non de *valeurs limites* telles qu'elles apparaissent parfois.

Ces valeurs indicatives sont de 0,5 Bq par litre d'eau pour la radioactivité alpha, de 1 Bq/l pour la radioactivité bêta, et de 10000 Bq/l pour le tritium. Elles ont chacune une correspondance dosimétrique de 0,1 mSv/an (soit 10% de la limite annuelle publique) pour une consommation exclusive par un individu d'une eau ainsi marquée.

Compte tenu des différences de radiotoxicité des différents radionucléides, une simple identification du type de rayonnement n'est pas suffisante pour statuer sur la potabilité de l'eau. Par l'application du mécanisme d'analyse préconisé, une quantification de tous les radionucléides présents est conduite, ce qui permet in fine aux Pouvoirs Publics de statuer sur les éventuelles mesures à prendre.

Pour illustrer ce dernier point, il semble utile de rappeler qu'une étude conduite par l'OPRI en 1998 indiquait que sur 113 analyses d'eau de sources, 21 eaux de sources embouteillées et 13 eaux thermales présentaient une radioactivité alpha supérieure à la valeur indicative de l'OMS de 0,5 Bq/l. Le mécanisme d'évaluation, reposant comme indiqué ci-dessus sur l'identification de radioéléments naturels présents dans ces eaux, a permis de dédouaner leur potabilité.

La réglementation européenne puis française a rendu cette démarche réglementaire (arrêtés du 12 mai 2004 et du 11 janvier 2007 notamment), mais en modifiant la valeur indicative de radioactivité alpha à 0,1 Bq/l et celle du tritium à 100 Bq/l.

Ces valeurs ainsi détachées de la correspondance dosimétrique du système mondial de l'OMS ne sont plus que de simples indicateurs déclencheurs du mécanisme d'analyse.

Il peut être également souligné que ces indicateurs techniques relatifs à la radioactivité présente dans l'eau n'ont été établis que pour statuer sur la qualité des eaux de consommation et ne concernent en l'occurrence que les eaux de nappes susceptibles d'être consommées.

On peut en conclure que ces indicateurs techniques ne permettent pas a priori de se prononcer sur une éventuelle pollution radioactive de l'eau de nappe. Toutefois, ils peuvent être utilisés par extension pour identifier un éventuel marquage d'une eau souterraine. Dans les synthèses présentées pour chacun des sites du CEA, ils ont été utilisés comme tel.

L'évaluation des résultats des surveillances des eaux figurant dans cette synthèse a également été réalisée au regard des valeurs guides de l'OMS pour conserver une cohérence d'interprétation dosimétrique entre valeurs mesurées en alpha, en bêta et en tritium.

## **Informations portées à la connaissance du Public.**

Des actions d'information à destination des Autorités et du public ont été mises en place depuis de nombreuses années ; elles se sont renforcées au cours du temps.

- L'ensemble des résultats relatifs au programme réglementaire de surveillance de l'environnement est porté à la connaissance du public au travers du réseau national de mesures de la radioactivité de l'environnement. Ce Réseau National est développé sous l'égide de l'Autorité de sûreté nucléaire en coordination avec l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN) ; il permet au public d'être informé sur les doses auxquelles il est exposé du fait des activités nucléaires des sites CEA.
- Dans un objectif de transparence vis-à-vis du public, des élus locaux et des parties prenantes vivant à proximité de ses sites, le CEA a édité ces dernières années des plaquettes d'information pour présenter de façon synthétique et pédagogique les résultats des mesures de la radioactivité. Ces « lettres de l'environnement » sont publiées à des fréquences variables selon les centres (mensuelles à semestrielles).
- Des publications annuelles plus détaillées présentent au public les actions menées par le CEA pour limiter l'impact de ses activités sur l'environnement.
- Ces publications « grand public » sont complétées par des rapports annuels de surveillance établis par chaque centre pour répondre aux dispositions réglementaires relatives aux prélèvements d'eau et aux rejets d'effluents.
- Outre ces publications, le CEA communique sur la surveillance de l'environnement au travers des réunions d'information avec les membres des Commissions d'information (CLI et CI). Ces réunions permettent de présenter de façon détaillée des résultats techniques qui ne peuvent pas être simplement édités dans le cadre de publication synthétique telle que les « lettres de l'environnement. Certaines Commissions d'information sont également à l'initiative de la publication d'articles établis en collaboration avec les équipes CEA sur des thèmes spécifiques (hydrologie du site, campagne d'analyse de la radioactivité des eaux des nappes, etc..).

Des campagnes environnementales ont également été organisées par la commission d'information avec la participation de laboratoires indépendants et ont donné lieu à des dossiers édités par les commissions d'information.

Un bilan « Maîtrise des Risques » est édité annuellement par le CEA. Il présente de façon synthétique l'ensemble de ces résultats dans un chapitre consacré à l'environnement.

Le dispositif de communication mis en place paraît à ce jour satisfaisant mais les équipes du CEA sont toujours à l'écoute des parties prenantes pour continuer à mieux les informer. Une des voies d'amélioration envisagées est l'harmonisation des différents vecteurs de communication.



# Annexe 1 : CEA Cadarache

## **1 Cadre hydrologique**

Le réseau hydrologique du secteur se compose de trois cours d'eau principaux : la rivière de la Durance (à l'ouest du site), le Ravin de la bête (au cœur du site) et le ruisseau de l'Abéou (au sud du site). Le Ravin de la Bête et celui de l'Abéou se caractérisent par la présence de pertes et de résurgences bien connues. Pour la Durance, les échanges avec les nappes d'eau souterraines se font par l'intermédiaire d'exutoires profonds en relation avec la nappe alluviale.

Les piézomètres implantés sur le site et à l'extérieur de celui-ci ont été disposés suivant le sens d'écoulement des nappes : nappe des calcaires crétacés, nappe du Miocène, petite nappe perchée dans le quaternaire. Une carte piézométrique générale de la nappe Crétacée datant de février 2000 montre que, pour l'ensemble de la région de Cadarache, un écoulement général est dirigé vers le nord-ouest ou le nord nord-ouest (plaine de la Durance). La piézométrie de l'ensemble aquifère Quaternaire et Miocène montre que cette nappe qui concerne une moindre proportion de piézomètres, est globalement drainée par le ravin de la bête qui, lui-même, est drainé par la Durance

## **2 Aspect réglementaire.**

Le site du CEA Cadarache fait l'objet d'une surveillance environnementale conformément au Plan de Contrôle et de Surveillance du site et de l'Environnement porté à la connaissance de l'ASN.

Ce document répond aux demandes :

- des deux Arrêtés ministériels du 05 avril 2006 relatifs aux autorisations de consommation d'eau, de rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation des installations nucléaires de base civiles de l'installation de base secrète « Propulsion Nucléaire » du site de Cadarache ;
- de l'Arrêté préfectoral du 25 septembre 2006 autorisant le Commissariat à l'énergie atomique à l'exploitation des installations classées.

Cette surveillance concerne également les eaux souterraines et superficielles et dont les résultats sont présentés dans cette annexe.

## **3 Surveillance des nappes et eaux superficielles dans l'environnement du CEA Cadarache**

Pour effectuer la surveillance des eaux souterraines, le CEA Cadarache :

- prélève des échantillons d'eau souterraine dans des forages (piézomètres) à l'intérieur et à l'extérieur du site. Les piézomètres « réglementaires » font l'objet d'un prélèvement mensuel. Les résultats de mesure sont envoyés à l'ASN via les registres mensuels.

- surveillance d'autres piézomètres dits « complémentaires » et mis en place par les installations pour le suivi de leurs activités avec un prélèvement trimestriel. Certains d'entre eux font l'objet d'une fréquence de prélèvement mensuel, pour surveiller d'anciens marquages lorsqu'il y a un dépassement des « seuils d'investigation » de la valeur des mesures.

Il n'y a aucune enceinte géotechnique sur le site.

Pour effectuer la surveillance des eaux superficielles, le CEA Cadarache :

- prélève des échantillons d'eau à la station de pompage alimentant le Centre ainsi qu'à la station de secours et dans la Durance au lieu dit « le pont Mirabeau »,
- prélève ponctuellement des échantillons d'eau de la Durance en amont et en aval de l'exutoire de rejet,
- effectue un aliquote à partir des échantillons d'eau du canal EDF (station de Jouques),
- effectue des prélèvements dans le Ravin de la Bête pour surveiller les eaux de ruissellement.

Les fréquences de prélèvement sont hebdomadaires ou mensuelles suivant les cas.

Les principaux paramètres suivis sont :

1.  $\alpha$  global, limite de détection environ 0,1 Bq/l
2.  $\beta$  global, limite de détection environ 0,15 Bq/l
3. Tritium, limite de détection environ 10 Bq/l
4. Le potassium avec une limite de détection d'environ 0,1 mg/l

#### **Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles internes et externes au site de Cadarache**

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux [ <sup>a</sup> ]	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	100	4 [ <sup>b</sup> ]	2 [ <sup>c</sup> ]	106
Eaux superficielles	4	0	0	4

[<sup>a</sup>] Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

[<sup>b</sup>] Marquages à l'intérieur du site 0,12 et 0,16 Bq/l en alpha global et en tritium (150 Bq/l)

[<sup>c</sup>] Marquages en  $\beta$  sur deux points à l'intérieur du site, environ 20 Bq/l dû au <sup>90</sup>Sr et à la présence de potassium 40 (1,7 mg/l)

Toutes les mesures pour les forages extérieurs au site sont inférieures ou voisines des indicateurs pour la qualité des eaux et ne révèlent donc aucune influence mesurable des activités actuelles ou passées du Centre sur l'environnement aquifère.

Ces valeurs sont, en effet, identiques aux valeurs relevées dans la région, notamment en des lieux distants et en amont de Cadarache et donc hors des zones d'impact potentiel des activités du Centre.

Six points de surveillance parmi les points à l'intérieur du centre présentent des marquages ponctuels des eaux souterraines au droit d'anciens points d'entreposage de déchets radioactifs, présentés dans le chapitre suivant. Il s'agit de mesures en tritium et en alpha qui restent inférieures aux valeurs de l'OMS et deux valeurs en bêta supérieures au seuil de l'OMS.

Pour ce qui concerne les eaux superficielles, toutes les valeurs significatives des mesures ( $\alpha$  global,  $\beta$  global, Tritium) en amont ou en aval de la Durance (mesures au pont Mirabeau), des prélèvements dans le canal EDF de Jouques, et des prélèvements dans le Ravin de la bête sont inférieures ou très proches des limites de détection et identiques aux années précédentes. Ces mesures montrent qu'il n'y a aucun impact mesurable du fonctionnement du Centre, actuel ou passé sur les eaux de surface.

#### **4 Zones d'entreposage de déchets anciens**

L'inventaire des déchets du site figure sur les fiches ANDRA n°PRO19, PRO21, PRO25, PRO24 et PRO 28

Elles font état de déchets divers à conditionner et ceux entreposés dans les installations suivantes : STE, STD, ATUE, CHICADE, PEGASE, le parc d'entreposage de Cadarache, RAPSODIE, TECHNICATOME, ICPE 411 et ICPE 465.

Les origines de ces déchets sont diverses. Certains d'entre eux ont été récupérés par le CEA pour assainir des sites industriels anciens (usine BAYARD, ORFLAM-PLAST, RHÔNE-POULENC, ISOTOPCHIM., ...).

Ces installations font l'objet des autorisations administratives requises et sont à ce titre surveillées par les autorités de sûreté et réglementaires que sont l'ASN, l'ASND et le Préfet pour les ICPE.

Le suivi des eaux souterraines au droit de ces entreposages est intégré dans la surveillance générale radiologique du site dans la mesure où ces derniers ne nécessitent pas de surveillance particulière.

Toutefois les zones listées ci-dessous qui présentent des contaminations anciennes font l'objet d'une surveillance spécifique.

#### **4.1 Zone INB 56- les tranchées:**

La zone des tranchées est implantée dans la partie Sud-ouest du centre de Cadarache dans lesquelles ont été enfouis en vrac des déchets entre 1969 et 1974 entraînant une faible contamination des sols et de la nappe.

Des forages ont été réalisés ou réhabilités afin d'améliorer la surveillance hydrogéologique de la zone.

Les résultats des mesures dans ces forages ont montré un marquage en Tritium. Ce marquage est probablement dû à un transfert entre nappes (superficielle et souterraine) via des forages défectueux. Trois forages ont été rebouchés en 1998 pour stopper ces transferts. La diminution des valeurs mesurées depuis cette opération tend à confirmer cette hypothèse.

Ces valeurs de Tritium restent inférieures à 150 Bq/l en moyenne en 2007, très au dessous du seuil OMS. Aucune autre contamination n'a été détectée sur ces forages.

Pour la première tranchée, les opérations d'extraction des déchets, tri, caractérisation radiologique, conditionnement, évacuation des colis de déchets ont débuté.

#### **4.2 Zone INB 56- Parc Entreposage Déchets :**

Le suivi des nombreux piézomètres implantés dans cette zone montre un marquage en Tritium à hauteur de 100 Bq/l environ.

Deux d'entre eux montrent également un marquage en  $\beta$  (environ 20 Bq/l) dû au  $^{90}\text{Sr}$ . La cause de cette contamination est due à des ouvrages anciens défectueux. Des opérations de restauration de ces ouvrages ont été effectuées. En parallèle un puits de pompage a été réalisé en 2003 afin de rabattre la nappe et en limiter l'extension. Ces travaux, arrêtés avec l'aval de l'ASN, nécessitent toutefois une autorisation de mise en exploitation, actuellement en cours instruction.

Les déchets à l'origine de ce marquage font actuellement l'objet d'un projet de reprise à moyen terme.

#### **4.3 Zone INB 24- Cabri**

Une surveillance accrue de cette zone a été mise en place suite à un incident datant de 1997 (légère fuite d'eau à l'intérieur du bâtiment réacteur) qui a conduit à une pollution de la nappe en tritium (valeur max mesurée en 1998 : 500 Bq/l).

Les investigations pour déterminer l'origine de cette activité tritium ont conduit, en février 2000, à renforcer l'étanchéité des circuits hélium et à engager des travaux sur le bac d'entreposage des combustibles. A la suite de ces travaux, les mesures réalisées ont confirmé la baisse de l'activité tritium.

Les forages actuels dans cette zone présentent des valeurs stables inférieures à 100Bq/l.

#### 4.4 **Zone STE**

Cette zone fait l'objet d'un suivi radiologique compte tenu de quelques incidents anciens sur certaines canalisations, et cuves de décantations de la station de traitement d'effluents située sur cette zone.

Les activités mesurées en tritium (30 Bq/l) sur les eaux souterraines de cette zone restent très inférieures aux indicateurs pour la qualité des eaux. Deux points présentent une activité  $\alpha$  global très légèrement supérieure (0,12 et 0.16 Bq/l) à l'indicateur pour la qualité des eaux mais inférieure à la valeur guide OMS.



## Annexe 2 : CEA Marcoule

### 1 Cadre hydrologique

Le fonctionnement hydrogéologique du site peut se résumer à un déversement de la nappe allant de terrasse en terrasse, selon une direction globale nord-sud jusqu'à la Plaine de Codolet où les écoulements souterrains rejoignent soit la Lône à l'est, soit la Cèze à l'ouest. Ce schéma simple est toutefois perturbé localement par des remontées du substratum imperméable qui constituent autant d'obstacles naturels. Au droit du site, il en résulte d'une part l'existence de zones sans nappe - zones dénoyées - (les forages réalisés sur ces zones seront secs ou se rempliront d'eau « stagnante »), d'autre part une « chenalisation » des écoulements entre les différentes terrasses (ces chenaux constituent des points de passage obligés de la nappe).

### 2 Aspect réglementaire.

Les rejets du centre sont régis par l'Arrêté ministériel du 18 janvier 2008 relatifs aux rejets d'effluents liquides et gazeux de l'INBS de Marcoule.

Cet arrêté précise également les dispositions que doit prendre le CEA pour surveiller l'impact de ces rejets dans le milieu récepteur.

Cette surveillance concerne également les eaux souterraines et superficielles et fait l'objet de cette annexe.

### 3 Surveillance des nappes et eaux superficielles dans l'environnement du CEA Marcoule

#### 3.1 Surveillance des eaux souterraines

La direction de l'écoulement des eaux de la nappe phréatique au niveau du site de Marcoule est orientée nord-sud, et par conséquent aboutit dans la plaine de Codolet

Le réseau de surveillance était constitué jusqu'en 2007 par :

- des ouvrages à l'intérieur du Centre, dans la zone occupée par l'INBS,
- des ouvrages implantés à l'ouest du site, et destinés à la surveillance spécifique des éléments chimiques au niveau de l'ancienne carrière, utilisée jusqu'en 1995 pour le dépôt de déchets industriels, et réhabilitée en 1999,
- des ouvrages dans la plaine de Codolet.

Au fil du temps, certains de ces forages se sont avérés non nécessaires ou ont dû être remplacés.

Un nouveau réseau de surveillance a été défini, à l'intérieur et à l'extérieur du site et l'implantation des ouvrages de surveillance a été déterminée à partir de la carte des trajectoires des écoulements souterrains par identification des lignes de courant passant par les installations.

L'ensemble des résultats à l'extérieur du site font apparaître une baisse continue des activités mesurées et sont inférieures à la valeur guide pour l'eau de consommation humaine préconisée par l'OMS.

Deux zones de la plaine de Codolet restent néanmoins légèrement marquées par des événements anciens survenus dans l'INBS.

Sur site, les résultats de la surveillance font apparaître une diminution ou une stabilité des paramètres radiologiques. On identifie quatre zones marquées : la zone usine UP1, la zone STEL, la zone CDS, la zone Ouest APM, la source des Tourettes.

Les zones STEL et UP1 sont sans impact sur la nappe externe compte tenu des puits de rabattement, de la paroi moulée implantée au sud de la zone STEL et un pompage installé en aval de la zone permettent d'éviter tout transfert de contamination vers la plaine de Codolet. Compte tenu de ces mesures, l'activité volumique de la nappe phréatique dans la zone nord de la plaine de Codolet est en moyenne de 1Bq/l en activité bêta, voire inférieure.

Dans la zone Ouest APM, le sens d'écoulement de la nappe est orienté de direction d'une part ouest/est vers d'une part la zone des Tourettes et d'autre part à la zone STEL.

La source des Tourettes présente une activité alpha liée à la présence d'uranium. L'eau de cette source est collectée puis rejetée dans le contre-canal, dans lequel la mesure réglementaire réalisée en aval du site est inférieure au critère de 0,2Bq/l, seuil de décision destiné à s'assurer de l'absence de radioactivité artificielle dans les eaux des réseaux banals (arrêté du 18 janvier 2008 - article 14)

### 3.2 Eaux superficielles – Plaine de Codolet

La surveillance des eaux superficielles portent sur : le Rhône en amont et en aval du site, le plan d'eau de Codolet, la lône du Codolet et la source de Tourettes située sur le site.

Les résultats ne présentent pas de marquage significatif au regard des valeurs guides de qualité des eaux de boisson préconisée par l'OMS.

#### **Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles externes au site de Marcoule**

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux [ <sup>d</sup> ]	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	21	0	0	21
Eaux superficielles	4 [ <sup>e</sup> ]	0	0	4

[<sup>d</sup>] Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

[<sup>e</sup>] Inférieur au seuil de décision de 0.2 Bq/l en activité alpha, pour les eaux des réseaux banals (article 14 de l'arrêté du 18 janvier 2008).

## **4 Zones d'entreposage de déchets anciens**

Sur les fiches ANDRA n° LAR 3, LAR 10, LAR 11, LAR 14 et LAR 15 figure l'inventaire des déchets du site.

Elles font état de déchets divers à conditionner et ceux entreposés dans les installations suivantes : UP1, G1, G2-G3, APM, ATALANTE-ISAÏ.

Les origines de ces déchets sont essentiellement ceux provenant du traitement des combustibles usés. Ces déchets ont été conditionnés en blocs de verres pour ceux de hautes activités et par bitumage pour les déchets de moyenne activité.

Ces installations font l'objet des autorisations administratives requises et sont à ce titre surveillées par les autorités de sûreté et réglementaires que sont l'ASN, l'ASND.

Le suivi des eaux souterraines au droit de ces entreposages est intégré dans la surveillance générale radiologique du site dans la mesure où ces derniers ne nécessitent pas de surveillance particulière.

Toutefois les zones listées ci-dessous qui présentent des contaminations anciennes font l'objet d'une surveillance spécifique.

### **4.1 Déchets entreposés dans les fosses de la zone nord**

Trois fosses HA, exploitées entre 1961 et 1981 contiennent des déchets de type et d'origine variés entreposés en vrac (non immobilisés) dans des conteneurs. L'eau d'infiltration éventuellement présente dans ces fosses est collectée et transférée vers la STEL.

Trente cinq fosses « STEL » de la zone nord, exploitées entre 1979 et 1992, contiennent des colis irradiants des colis de résines non immobilisés. Ces fosses sont équipées d'un collecteur en point bas de récupération des infiltrations éventuelles.

### **4.2 Terres et gravats dans le périmètre CDS**

Environ 12 200 m<sup>3</sup> de terres et de gravats faiblement contaminés ont été entreposés dans des tranchées situées dans le périmètre de l'installation CDS. Des carottages ont mis en évidence deux points présentant une faible contamination. Le sens d'écoulement de la nappe phréatique de cette zone aboutit en partie ouest de la plaine de Codolet dont le niveau moyen d'activité tritium est de l'ordre de 50 Bq/l.



## Annexe 3 : CEA Saclay

### **1 Cadre hydrologique**

La nappe des sables de Fontainebleau est le principal réservoir d'eau du plateau. Peu productif, il comprend quelques rares captages destinés essentiellement à l'irrigation. Aucun captage n'est utilisé pour l'alimentation en eau potable des communes du plateau, le seul captage de ce type était exploité par le CEPr (centre d'essais des propulseurs) à raison d'environ 150 à 200 000 m<sup>3</sup>/an. Depuis fin 2006, seuls les besoins en eau à usage industriel (environ 80 000 m<sup>3</sup>/an) sont assurés par pompage dans la nappe.

Le modèle piézométrique de la nappe situe un « dôme » au nord du centre, à proximité des étangs et une ligne de partage orientée WNW-ESE. A l'entrée du centre, l'écoulement principal est orienté vers le sud-ouest mais les lignes s'incurvent progressivement vers le sud et le sud-est à l'approche des vallées. Au nord de la ligne de partage, c'est-à-dire à partir des étangs, les écoulements se dirigent vers le nord-est en direction de la vallée de la Bièvre tout en s'incurvant également vers l'est, à l'est des étangs.

La surveillance de la nappe hors du centre, commencée en 1979 par l'alimentation en eau potable du CEPr, a été régulièrement renforcée par la réalisation de 11 forages supplémentaires, les derniers, réalisés en 2002, pour surveiller la dépositante de l'Orme des Merisiers.

### **2 Aspect réglementaire.**

Depuis sa création, le CEA Saclay réalise une surveillance de l'impact de ses activités sur l'environnement qui présente deux composantes :

- une surveillance réglementaire due au titre des arrêtés d'autorisation de rejets du 21 novembre 1978 pour les rejets radioactifs, de l'arrêté préfectoral du 20 octobre 1982 pour les rejets chimiques, de l'arrêté d'autorisation de rejets du LECI du 30 décembre 2002 pour cette seule installation, des arrêtés préfectoraux de la dépositante de l'Orme des Merisiers du 17 mai 2001 et de l'ICPE "aire 615" du 29 mars 2002 pour ce qui concerne la surveillance de l'environnement proche de ces installations. Cette surveillance est allée en s'intensifiant dans le temps,
- une surveillance complémentaire, mise en œuvre à l'initiative du CEA Saclay, qui s'est intensifiée au cours du temps, spécialement au cours des deux dernières décennies.

Le programme de surveillance de l'environnement du CEA-Saclay, porté à la connaissance de l'ASN, précise la localisation des points de mesures, la nature et la fréquence des contrôles effectués. Environ 8500 prélèvements et 24000 analyses sont réalisés par an (données 2008).

Pour la dépositante de l'Orme des Merisiers, la surveillance de l'environnement est prescrite par les arrêtés n° 2001-PREF-DCL/0184 et 0185 du 17 mai 2001. Ces prescriptions concernent le suivi de la dose ambiante et de la qualité des eaux de la nappe des sables de Fontainebleau. Les résultats de cette surveillance sont transmis chaque année à la Préfecture de l'Essonne, à la DRIRE, à l'ASN/Orléans et au Maire de Saint-Aubin. Cette surveillance est complétée par des prélèvements en amont et en aval immédiat de la dépositante.

Concernant la dépositante d'Itteville (déchets TFA et FA uranifères et radifères), la surveillance de l'environnement est prescrite par les arrêtés n° 2000-PREF-DCL/0482 et 0483 du 11 septembre 2000. Ces prescriptions concernent le suivi de la qualité de l'air, des eaux de surface et des eaux souterraines, ainsi que l'entretien du site.

Cette surveillance est complétée par des prélèvements réalisés à l'intérieur du site SME-SNPE (ancienne usine CEA du Bouchet) pour la surveillance des rus et du parc JK5 d'entreposage de résidus de curage.

### **3 Surveillance des nappes et eaux superficielles dans l'environnement du CEA Saclay**

Pour effectuer la surveillance des eaux souterraines, le CEA Saclay :

- prélève des échantillons d'eau souterraine dans des forages (piézomètres) à l'intérieur et à l'extérieur du site. Les piézomètres « réglementaires » font l'objet d'un prélèvement périodique (mensuel, semestriel ou annuel selon les types de mesures effectuées). Les résultats de mesure sont envoyés à l'ASN via les registres réglementaires.
- surveille d'autres piézomètres dits « complémentaires » et mis en place tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du site

Il n'y a aucune enceinte géotechnique sur le site.

Pour effectuer la surveillance des eaux superficielles, le CEA Saclay prélève des échantillons d'eau dans les étangs aux environs du site (St Quentin, étang vieux, étang neuf) ou dans les rivières ou rus (Bièvre, Yvette, Mérantaise, ru de Vauhallaan et ru de Corbeville notamment)

Les fréquences de prélèvement sont hebdomadaires, mensuelles ou trimestrielles suivant les cas.

Les principaux paramètres suivis sont :

5.  $\alpha$  global, limite de détection d'environ 0,1 Bq/l
6.  $\beta$  global, limite de détection d'environ 0,15 Bq/l
7. Tritium, limite de détection d'environ 10 Bq/l
8. Le potassium avec une limite de détection d'environ 0,1 mg/l

#### **Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles dans l'environnement (interne et externe) du site de Saclay et de l'Orme des Merisiers**

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux <sup>[f]</sup>	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	23	3 <sup>[g]</sup>	0	26

<sup>[f]</sup> Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

<sup>[g]</sup> Marquage en tritium à l'intérieur du site (130 Bq/l)

Eaux superficielles	14	0	0	14
---------------------	----	---	---	----

On observe un marquage en tritium sur 3 forages situés au droit du centre. Les valeurs moyennes observées en 2007 sur ces points vont de 110 à 130 Bq/l. Ce marquage est issu des rejets au niveau du centre et à l'infiltration ancienne des eaux des étangs. Pour les 9 forages surveillés à l'intérieur du centre, les niveaux d'activité sont en constante diminution depuis près de 20 ans.

### Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles au voisinage du site CEA d'Itteville

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux <sup>[h]</sup>	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	2	2 <sup>[i]</sup>	5 <sup>[j]</sup>	9
Eaux superficielles	4	2 <sup>[k]</sup>	0	6

#### 4 Zones d'entreposage de déchets anciens

L'inventaire des déchets présent sur le site de Saclay figure sur les fiches ANDRA n°IGC 7, IGC53, et IGC 59. Les fiches référencées §IGC 5 et 51 concernent quant à elles l'ancienne usine CEA du BOUCHET et le site CEA d'ITTEVILLE.

Ces fiches font état notamment :

- de l'ancienne zone d'entreposage, à l'Orme des Merisiers, des boues TFA de traitement des eaux du centre et de terres et gravats,
- de zones d'entreposage des déchets solides divers (INB 72) sur le site,
- de la zone d'entreposage des déchets TFA divers (Bât 156, aire 500, aire 615A),
- de l'ancienne usine CEA du BOUCHET et du site CEA d'ITTEVILLE.

Les origines de ces déchets sont très diverses. Certains proviennent des anciennes activités de traitement des minerais d'uranium et de thorium, d'autres sont issus des campagnes de récupération des objets au radium hors CEA. La plupart des déchets TFA résultent des activités de recherche dans d'anciennes installations qui ont été assainis et démantelés.

Ces installations font l'objet des autorisations administratives requises et sont à ce titre surveillées par les autorités de sûreté et réglementaires que sont l'ASN et le Préfet pour les ICPE.

<sup>[h]</sup> Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

<sup>[i]</sup> Marquage en uranium sur le site d'Itteville (< 15 µg/l)

<sup>[j]</sup> Marquage en uranium sur le site d'Itteville

<sup>[k]</sup> Marquage Uranium sur le site d'Itteville (0,25 Bq/l en alpha total)

Le suivi des eaux souterraines au droit de ces entreposages est intégré dans la surveillance générale radiologique du site. On observe un marquage en tritium sur 3 forages situés au droit du centre. Les valeurs moyennes observées en 2007 sur ces points vont de 110 à 130 Bq/l. Ce marquage est issu des rejets au niveau du centre et à l'infiltration ancienne des eaux des étangs. Pour les 9 forages surveillés à l'intérieur du centre, les niveaux d'activité sont en constante diminution depuis près de 20 ans.

#### **4.5 Déposante de l'orme des merisiers**

On notera également un léger marquage en uranium (0,2 Bq/l) à proximité de la déposante de l'orme des merisiers provenant vraisemblablement des boues de traitement des effluents industriels et sanitaires du site de Saclay épandues sur la zone de la grande carrière et entreposées dans les fosses de la petite carrière. Ce marquage est cependant en constante diminution.

La déposante de l'Orme des Merisiers a fait l'objet d'une restauration de la zone de la grande carrière en 1993-94 et de travaux significatifs en 2007 consistant au retrait complet des boues de traitement des effluents industriels et sanitaires du Centre CEA de Saclay entreposées dans 3 fosses. Il est envisagé dans les prochaines années le retrait des boues entreposées au niveau de l'ancienne petite carrière. Une information régulière des travaux entrepris sur cette déposante est faite à la CLI.

#### **4.6 Site d'Itteville**

Concernant le site d'Itteville, on relève un marquage significatif en uranium, hétérogène suivant les périodes de prélèvement (variation de 1 à 700 µg/l), les concentrations maximales étant observées en hiver : conditions oxydantes de l'eau de tourbe favorisant la dissolution de l'uranium présent dans les sols entourant le piézomètre. L'uranium détecté ne provient pas de la déposante d'Itteville.

A proximité du parc JK5 d'entreposage de boues de curage de la Juine et du ru du CRB (Centre de Recherches du Bouchet), déclaré dans l'inventaire national des déchets radioactifs de l'ANDRA, on note un marquage en uranium de 560 µg/l pour un point de surveillance.

Concernant l'ancienne usine du BOUCHET, après démolition de l'ensemble des anciens bâtiments CEA en 2001-2003, le CEA a entrepris des travaux d'assainissement des sols à compter de janvier 2008. Les concentrations en uranium et en radium 226 relevées de façon hétérogène dans les sols peuvent en effet atteindre plusieurs dizaines de Bq/g ; elles restent cependant inférieures aux limites d'assainissement des années 70 fixées par le SCPRI soit 1 µSv/h à 15 cm des sols.

## Annexe 4 : CEA Grenoble

### 1 Cadre hydrologique

Le CEA Grenoble est situé au nord de la ville de Grenoble, sur la presqu'île du confluent du Drac et de l'Isère. Le Drac alimente la nappe et l'Isère assure le drainage de l'aquifère.

La nappe du CEA fait partie de la nappe alluviale de Grenoble, pour laquelle on distingue des alluvions les plus récentes vers les alluvions les plus anciennes (du haut vers le bas) :

- des galets et graviers, très perméables, d'une épaisseur généralement voisine de 30 m,
- des sables limoneux moins perméables pouvant parfois présenter quelques niveaux argileux (dépôts lacustres d'épaisseur variable de quelques mètres à 30 m),
- des argiles qui constituent le substratum ou base de la nappe.

En ce qui concerne plus précisément la nappe sous le site du CEA Grenoble, les alluvions sont constituées de graviers plus ou moins sableux. Toutefois lorsqu'on se rapproche de l'Isère, des lentilles d'argile apportées par les crues de celle-ci s'intercalent dans les graviers. L'épaisseur maximale de 17 m se situe donc dans la partie Sud du terrain pour n'être plus que de 5 à 6 mètres près de l'Isère sous les établissements Merlin-Gérin (aujourd'hui Schneider entre le quai Paul Louis Merlin et la rue Henri Tarze).

Le substratum imperméable est constitué par des argiles d'origine lacustre. Il est sensiblement horizontal et est situé à la cote moyenne de 194 m NGF.

Deux anomalies importantes sont cependant à signaler :

- près de l'Isère les graviers perméables sont recouverts par un coin d'argile de 3 m d'épaisseur. La nappe est ainsi transformée dans ce secteur en nappe captive ;
- près du Drac, le substratum s'abaisse brusquement, il existe un important talweg. La profondeur de ce talweg est mal connue de même que sa forme (2 sondages seulement ont atteint le substratum : l'un a révélé une épaisseur de graviers de 30 m, l'autre sous l'ILL a atteint le substratum à 25 m). Ce talweg pourrait correspondre à un ancien bras du Drac.

### 2 Aspect réglementaire.

La surveillance de l'environnement du centre est régie par l'arrêté du 25 mai 2004 relatif à l'autorisation à poursuivre les prélèvements d'eau et rejets d'effluents liquides et gazeux pour l'exploitation du site nucléaire de Grenoble.

Cet arrêté stipule notamment les prélèvements d'eau mensuels dans les eaux souterraines en 12 points et les eaux de surface en 3 points. Un prélèvement continu des eaux de l'Isère en aval du site permet de surveiller de façon hebdomadaire les paramètres suivants :  $\alpha$  et  $\beta$  globaux, tritium, teneur en potassium et  $\beta$  global sur les matières en suspension.

Le site du CEA Grenoble fait l'objet d'une surveillance environnementale conformément à sa procédure de surveillance du site du CEA/Grenoble (SPRSE PR.L.01.28).

### **3 Surveillance des nappes et eaux superficielles dans l'environnement du CEA Grenoble**

Pour effectuer la surveillance des eaux souterraines, le CEA Grenoble prélève des échantillons dans des piézomètres forés sur le centre CEA, sur la zone du CNRS et de l'ILL ainsi qu'à l'extérieur du site. Ces piézomètres « réglementaires » font l'objet d'un prélèvement mensuel. Les résultats de mesure sont envoyés à l'ASN via les registres réglementaires.

Il n'y a aucune enceinte géotechnique sur le site.

Pour effectuer la surveillance des eaux de surface, le CEA Grenoble prélève des échantillons d'eau en amont du DRAC et en amont et en aval de l'ISERE.

Les fréquences de prélèvement sont mensuelles.

Les principaux paramètres suivis sont :

9.  $\alpha$  global, limite de détection environ 0,1 Bq/l
10.  $\beta$  global, limite de détection environ 0,15 Bq/l
11. Tritium, limite de détection environ 10 Bq/l
12. Le potassium avec une limite de détection d'environ 0,1 mg/l

La synthèse des points de surveillance est récapitulée dans le tableau suivant :

#### **Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles internes et externes au site de Grenoble**

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux [1]	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	14	1 <sup>[m]</sup>	0	15
Eaux superficielles	3	0	0	3

[1] Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

[m] Pour un point à l'intérieur du site, on relève 0,11 Bq/l en alpha global

#### **4 Zones d'entreposage de déchets anciens**

La fiche n°RHO 42 de l'inventaire ANDRA 2006 sur les déchets qui est relative au démantèlement de l'ancien pilote d'enrichissement de l'uranium par traitement chimique est à ce jour sans objet.

Les seules zones d'entreposage de déchets sur le site concernent notamment des déchets divers conditionnés ou en attente de traitement dans la Station de Traitement des Effluents et des Déchets STED : entreposage de déchets FA et MA (INB 36/bât U3) et puits de décroissance des conteneurs HA (INB 79/bât U4).

Le périmètre des INB ainsi que des zones complémentaires (Y13, Y7,...) sont utilisés comme zone de regroupement de déchets TFA, permettant de lisser les plans de charge d'expéditions vers l'ANDRA. Ces déchets proviennent de la mise à l'arrêt définitif ou du démantèlement des installations du CEA Grenoble dans le cadre de la dénucléarisation du site.

Ces installations font l'objet des autorisations administratives requises et sont à ce titre surveillées par l'autorité de sûreté.

Le suivi des eaux souterraines au droit de ces entreposages est intégré dans la surveillance générale radiologique du site. La détermination de l'emplacement des points de prélèvements, en accord avec l'ex OPRI et après information de l'ASN, tient compte du sens d'écoulement de la nappe au droit du CEA Grenoble et de la position des installations susceptibles d'affecter cette dernière.

#### **5 Eaux de la nappe phréatique et eaux de surface**

En 2007, seul un seul forage interne au site présente une activité volumique moyenne en alpha global avoisinant 0,11 Bq/l. Cette valeur ne traduit cependant pas un marquage par des radionucléides artificiels. Les analyses en  $^{60}\text{Co}$  et en  $^{137}\text{Cs}$  sont toutes inférieures aux limites de détection.

Les analyses des eaux de l'Isère en amont et en aval confirment l'absence de marquage induit par les activités du centre.



## Annexe 5 : CEA FAR

### 1 Cadre hydrologique

Il existe deux nappes phréatiques sous le promontoire supportant le CEA de Fontenay-aux-Roses à l'emplacement de l'ancien Fort de Châtillon. Les eaux qui s'infiltrent dans les meulière de Montmorency et les Sables de Fontainebleau, sont ralenties voire arrêtées par les niveaux imperméables des marnes à huîtres et des marnes vertes et constituent une nappe perchée à 60 m sous le centre. La topographie de cette nappe est donnée par celle de la base des Sables de Fontainebleau ou le toit des marnes à huîtres. Six piézomètres judicieusement placés par rapport au sens d'écoulement de la nappe, et localisés sur le site du CEA/FAR, sont contrôlés avec une périodicité mensuelle. Un piézomètre localisé en amont sur le centre IRSN sert de point de référence et est suivi avec une périodicité annuelle.

Les eaux de la nappe perchée rejoignent la nappe générale par cheminement à travers les éboulis de pente et dans une moindre mesure par drainance à travers les marnes sous-jacentes. Quelques résurgences de la nappe perchée, répertoriées à la périphérie du massif, sont suivies périodiquement, à savoir : la fontaine du Lavoir et la fontaine du Moulin sur la commune de Fontenay-aux-Roses, situées en aval par rapport au sens d'écoulement de la nappe, font l'objet d'un contrôle mensuel ; la source du Parc de la maison blanche à Clamart est considérée comme point de référence et fait l'objet d'un suivi annuel.

### 2 Aspect réglementaire.

La surveillance de l'environnement du centre de Fontenay-aux-Roses est régie par les arrêtés interministériels spécifiques du 30 mars 1988 relatifs aux rejets d'effluents radioactifs liquides d'une part, et aux rejets radioactifs gazeux d'autre part.

Le premier arrêté stipule notamment les prélèvements d'eau mensuels dans les eaux souterraines sous-jacentes en au moins cinq points.

La mise à jour du plan de surveillance de l'environnement a été transmise à l'OPRI en décembre 1999. Cette mise à jour, élaborée à partir de l'étude d'impact des activités et installations présentes sur le site et dans le respect des arrêtés du 30 mars 1988, a permis de définir de façon plus précise la surveillance environnementale du centre, les périodicités des prélèvements et la nature des analyses à réaliser. Les données transmises dans les rapports réglementaires mensuels découlent directement de cette mise à jour.

### 3 Surveillance des nappes et eaux superficielles dans l'environnement du CEA FAR

Pour effectuer la surveillance des eaux souterraines, le CEA FAR :

- prélève des échantillons dans des piézomètres forés sur le centre CEA et sur le site IRSN (anciennement côté annexe du CEA Fontenay aux Roses). Les piézomètres « réglementaires » font l'objet d'un prélèvement mensuel. Les résultats de mesure sont envoyés à l'ASN via les registres réglementaires.
- surveille d'autres piézomètres dits « complémentaires » et mis en place tant à l'intérieur du site qu'à l'extérieur.

Il n'y a aucune enceinte géotechnique sur le site.

Pour effectuer la surveillance des eaux superficielles, le CEA FAR prélève des échantillons d'eau au niveau de trois résurgences de la nappe phréatique perchée et à l'étang Colbert, tous situés à proximité du site.

Les fréquences de prélèvement sont mensuelles pour la surveillance réglementaire et annuelle pour la surveillance complémentaire.

Les principaux paramètres suivis sont :

13.  $\alpha$  global, limite de détection inférieure à 0,1 Bq/l
14.  $\beta$  global, limite de détection inférieure à 0,15 Bq/l
15. Tritium, limite de détection inférieure à 10 Bq/l
16. Le potassium total avec une limite de détection de 0,7 mg/l

### **Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles internes et externes au site de FAR**

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux [°]	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	0	8	0	8
Eaux superficielles	2	2	0	4

Les résultats de mesure en alpha global sur les piézomètres réglementaires sont supérieurs à 0,1 Bq/l y compris pour les deux piézomètres servant de référence. En 2007, l'activité volumique la plus élevée pour les forages au droit du site est de l'ordre de 0,3 Bq/l.

Pour les résurgences extérieures du Lavoir et du Moulin, les résultats de l'indice alpha global sont également très légèrement supérieurs à 0,1 Bq/l.

On note l'absence de radioactivité d'origine artificielle. En effet, les résultats des mesures des radioéléments alpha ayant été générés par les activités du centre ( $^{241}\text{Am}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ) sont inférieurs aux limites de détection obtenues par spectrométrie alpha (valeurs inférieures aux indicateurs de qualité des eaux de consommation).

#### **4 Zones d'entreposage de déchets anciens**

L'inventaire 2006 des déchets présents sur le site figure sur la fiche ANDRA n°IPC 53

[°] Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

Cette fiche fait état notamment de déchets divers conditionnés ou en attente de traitement dans les installations suivantes : Station de traitement des déchets solides (bât 50), installation de mesures d'activité des colis de déchets (Bât 20, 32, 40 et 94), installation de conditionnement des déchets irradiants (bât 10)

Ces déchets proviennent essentiellement des activités nucléaires du site et des opérations d'assainissement des installations qui sont en cours.

Ces installations font l'objet des autorisations administratives requises et sont à ce titre surveillées par l'autorité de sûreté.

Le suivi des eaux souterraines au droit de ces entreposages est intégré dans la surveillance générale radiologique du site.



## Annexe 6 : CEA Valduc

### 1 Cadre hydrologique

Le réseau d'eau souterrain s'articule autour de deux niveaux perméables recelant chacun une nappe bien individualisée, la nappe supérieure étant séparée de la nappe inférieure par un niveau imperméable constitué par les marnes du Bajocien supérieur ; la nappe inférieure repose elle-même sur l'épaisse série des marnes du Lias.

Les communications entre la nappe supérieure et la nappe inférieure peuvent se faire de deux façons différentes :

- Directement de nappe à nappe à l'intérieur du massif par l'intermédiaire de failles.
- Indirectement. La nappe supérieure donne un exutoire normal (source) qui est à l'origine d'un écoulement superficiel sur les marnes à Liostrea imperméables, puis l'écoulement se fait, vers l'aval, sur les calcaires inférieurs fissurés dans lesquels l'eau s'infiltrerait rapidement, rejoignant la nappe de ces calcaires. Ce phénomène se rencontre en plusieurs endroits :
  - Les sources qui sourdent dans la partie amont de la combe de Noirvau donnent un écoulement superficiel sur les marnes à Liostrea et forment une zone marécageuse ainsi que l'étang en aval du Château. En aval immédiat de cet étang affleurent les calcaires inférieurs fissurés. L'écoulement superficiel disparaît alors très rapidement sur quelques dizaines de mètres et rejoint la nappe des calcaires inférieurs situés dans cette zone à la cote 370 m.
  - Le même phénomène s'observe en ce qui concerne la source de la combe Argilières
  - Après un écoulement superficiel sur les marnes à Liostrea, l'eau ruisselle sur les calcaires inférieurs et s'infiltrerait rapidement dans ceux-ci. Pratiquement, l'écoulement a disparu, arrivé dans le fond de la combe de Noirvau.

### 2 Aspect réglementaire.

La surveillance environnementale du site de Valduc est organisée autour de l'**arrêté du 3 mai 1995** relatif à l'autorisation de rejets d'effluents radioactifs gazeux. Le centre n'ayant pas d'autorisation de rejet liquide, la surveillance réglementaire est principalement axée sur des mesures atmosphériques.

L'arrêté demande cependant au minimum un prélèvement d'eau superficielle.

### 3 Surveillance des nappes et eaux superficielles dans l'environnement du CEA Valduc

Le registre réglementaire du CEA de Valduc concerne les eaux de surface à Echalot, Léry, Moly, Salives et au grand étang de Valduc pour le tritium, l'alpha et le bêta global. Un plan de contrôle exploitant complète cette surveillance par le suivi des eaux de la station d'épuration, des piézomètres et résurgences, des eaux de surfaces et de consommation dans un rayon d'une quinzaine de kilomètres autour du centre.

La recherche principale de radionucléides est axée sur le tritium mais des mesures alpha, bêta global, uranium, plutonium 239, américium 241 et émetteurs gamma sont également réalisées selon un programme établi et périodiquement ajusté en fonction du retour d'expérience et de l'expertise hydrogéologique du CEA.

## Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles externes au site de Valduc

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux [°]	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	28	9	0	37
Eaux superficielles	21	1	0	22

L'analyse des résultats de cette surveillance montre un impact du Centre notamment pour les points suivants :

- dans un rayon très proche, on observe un marquage des eaux en amont de Valduc de l'ordre de 70 Bq/l. Ce marquage est dû aux rejets atmosphériques de tritium du Centre.
- l'eau de surface du grand étang et les résurgences de la combe de Noirvau sont sous l'influence directe des rejets du centre. On relève des niveaux d'activité tritium de l'ordre de 700 Bq/l et de 300 Bq/l pour le grand étang et les résurgences.
- un piézomètre ainsi que les deux résurgences de la nappe supérieure présentent un marquage lié au site de Chatellenot (brûlage des déchets contaminés par du tritium effectués dans les années 1970). Les niveaux d'activité respectifs sont de l'ordre de 1300 Bq/l et de 200 Bq/l.
- dans la combe au tilleul, en sortie de la station d'épuration, les piézomètres et une résurgence présentent un marquage tritium de l'ordre de 50 Bq/l ainsi que quelques traces d'uranium.

D'une façon plus globale, les résurgences des nappes supérieures et inférieures sont représentatives des eaux souterraines du site de Valduc. Elles présentent un niveau d'activité de l'ordre de 200 Bq/l. Après dilution naturelle dans les cours d'eau, le marquage des eaux de surfaces n'est plus que d'une vingtaine de Bq par litre à Moly.

Il est important de noter la diminution continue de l'activité tritium dans tous les compartiments de l'environnement. A titre d'exemple, l'eau du Grand étang est passée de l'ordre de 5000 Bq/l dans les années 1970 à moins de 300 Bq/l aujourd'hui.

On notera que l'ensemble des valeurs mesurées au cours des années 1970, y compris les plus élevées, restent inférieures aux valeurs guides préconisées par l'OMS (10000 Bq/l).

---

[°] Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

## **Zones d'entreposage de déchets anciens**

Sur la fiche ANDRA n° BOU 4 figure l'inventaire des déchets du site.

Elle fait état de :

- déchets solides contaminés alpha conditionnés ou mis à l'abri.
- déchets solides contaminés tritium conditionnés
- déchets liquides U ou Pu conditionnés et en attente de traitement.

Les installations concernées font l'objet des autorisations administratives requises et sont à ce titre surveillées par l'Autorité de sûreté (ASND).

Le suivi des eaux souterraines au droit de ces entreposages est intégré dans la surveillance générale radiologique du site dans la mesure où ces derniers ne nécessitent pas de surveillance particulière.

### **La Combe au Tilleul:**

Dans cette zone dite "Combe au Tilleul", des effluents issus de la station de traitement biologique des eaux ont été déversés jusqu'en 1994.

Le rapport Guillaumont indique que, bien que les niveaux de contamination ne présentent pas de risque sanitaire, l'autorité de sûreté a fait procéder à une réhabilitation du site qui s'est traduite par l'extraction, en 1995 et 1996, de 7800 m<sup>3</sup> de terre (TFA).

Ces terres sont actuellement entreposées sur une aire site, qui fait l'objet de dispositions de confinement et de surveillance. Cet entreposage relève de la rubrique 1715 de la nomenclature des ICPE, au niveau autorisé.

On notera que ces actions sont connues des populations et des associations locales depuis 1997 par l'intermédiaire de la SEIVA, préfiguration de la commission d'information actuelle.



## Annexe 7 : CEA DIF

### 1 Cadre hydrogéologique et hydrographique

Le premier aquifère à l'aplomb du site et dans l'environnement proche, correspond à la nappe de l'Oligocène composée des sables de Fontainebleau et des marno-calcaires de Brie. Cette nappe affleure dans la quasi-totalité de la région entourant le site, mais également sur le site à l'exception d'une petite partie au sud qui semble atteindre la nappe de l'Eocène sous-jacente.

Cette nappe (Eocène), légèrement plus profonde, peut affleurer dans certaines zones, comme c'est le cas au sud du site, ou dans les flancs de vallées (rivières).

La limite Oligocène / Eocène n'est pas très nette à l'échelle du site : le niveau imperméable séparant les deux nappes (argiles vertes) peut être inexistant ou remanié. La nappe de l'Oligocène peut ainsi communiquer avec la nappe de l'Eocène sous-jacente.

A ces endroits, on peut parler de réservoirs formant une nappe unique dont le sens d'écoulement est régi par le réseau hydrographique, représenté par l'Orge et la Rémarde.

L'alimentation de la nappe de l'Oligocène se fait principalement par la forêt départementale de la Roche-Turpin, point haut situé à quelques kilomètres au nord-ouest du site et dans les zones d'affleurement par l'infiltration des eaux de pluies. L'écoulement de la nappe de l'Oligocène, est fortement dépendant de la topographie locale, il est globalement orienté vers le Sud (vers la Rémarde).

Sur le site de Bruyères, une ligne de partage des eaux, orientée nord-ouest / sud-ouest a été identifiée. Malgré cette ligne de partage des eaux, l'écoulement global à l'échelle du site, suit l'écoulement de la nappe, i.e., vers le sud.

A l'échelle du site et de son environnement proche, la Rémarde peut être considérée comme l'exutoire de la nappe de l'Oligocène ou de celui de l'Eocène, nappe sous-jacente, et affleurant dans les flancs de vallées.

Le réseau hydrographique des environs du site de Bruyères-le-Châtel se compose de deux cours d'eau importants : la Rémarde (exutoire des rejets liquides du site) et l'Orge. Le site de Bruyères le châtel est traversé par un ru : « le Rué ». Ce ru prend sa source au château de Bruyères le Chatel en amont du site et rejoint la Rémarde au lieu dit « le Moulin de Trévoix ». La Rémarde rejoint ensuite l'Orge à Arpajon. L'Orge se jette dans la Seine à Athis-Mons.

### 2 Aspect réglementaire.

Les rejets du centre sont régis par deux **Arrêtés inter-ministériels du 03 mai 1995** relatifs aux autorisations de rejets d'effluents radioactifs liquides et gazeux du centre.

Ces arrêtés définissent d'une part les dispositions relatives aux contrôles des rejets, et d'autre part, les modalités de surveillance des différents compartiments de l'environnement sur le site et à ses abords (air, eau chaine alimentaire)

Cette surveillance concerne notamment les eaux souterraines et superficielles (mares, rivières) et fait l'objet de cette annexe.

### 3 Surveillance des nappes et eaux superficielles dans l'environnement du CEA DIF

L'arrêté "rejets gazeux" impose "4 prélèvements mensuels d'eau superficielle stagnante (mares), avec la détermination du tritium et des activités alpha et bêta-gamma totales".

Le centre de Bruyères réalise sur 6 mares (4 à caractère réglementaire + 2 complémentaires) des prélèvements hebdomadaires (cas de la mesure HTO) et mensuels (cas de la mesures des émetteurs alpha et bêta totaux, ainsi que du potassium 40).

L'arrêté "rejets liquides" impose "des prélèvements mensuels dans la nappe phréatique au niveau de forages avec la détermination du tritium et des activités alpha et bêta-gamma totales".

Une surveillance complémentaire des abords du site est également réalisée à travers des prélèvements et analyses sur des eaux souterraines prélevées dans des lavoirs, fontaines publiques ou trou d'homme.

De plus, l'arrêté "rejets liquides" impose également "un prélèvement hebdomadaire dans la Rémarde avec la détermination du tritium et des activités alpha et bêta-gamma totales".

Le centre de Bruyères réalise 2 prélèvements hebdomadaires complémentaires, un premier à l'aval direct de l'exutoire du site (Rué) et un second, dans la Rémarde, en amont de la confluence Rué-Rémarde.

### **Synthèse des points de surveillance radiologique des eaux souterraines et superficielles externes au site de DIF**

Type de surveillance	Nombre de points surveillés dont le résultat est			Nombre total de points surveillés
	inférieur aux indicateurs de qualité des eaux [P]	supérieur aux indicateurs de qualité des eaux et :		
		inférieur aux valeurs guides OMS	supérieur aux valeurs guides OMS	
Eaux souterraines	1	2 [q]	0	3
Eaux superficielles	6	3 [r]	0	9

Dans le cas de la rivière réceptrice des rejets liquides du site (Rémarde), les concentrations en alpha totaux, bêta totaux et tritium, en aval et amont de l'exutoire du site (point de confluence entre le "Grand Rué" et la Rémarde) sont du même ordre de grandeur.

Les valeurs observées dans le Rué sont du même ordre de grandeur que celles relevées à la sortie générale du centre (ouvrage de rejet) et conformes à l'autorisation de rejets liquides.

Pour les eaux stagnantes, les résultats montrent sur cinq mares un marquage en tritium entre 10 et 80 Bq/l. Une mare présente une concentration de l'ordre de 170 Bq/l (en 2007).

Par ailleurs, une valeur en <sup>226</sup>Ra imputable à une anomalie géologique naturelle est à l'origine d'une valeur en activité volumique  $\alpha$  de l'ordre de 0,9 Bq/l mesurée sur une des mares surveillées. Un léger marquage l'ordre de 0,2 Bq/l sur une autre mare est probablement imputable à l'environnement agricole : engrais (en cours d'investigation).

Un marquage tritium est constaté dans les eaux souterraines mais il est à noter qu'aucun captage d'Alimentation en Eau Potable n'est situé dans la zone d'influence de ce marquage.

De plus, l'activité volumique maximale des marquages observés est très inférieure aux valeurs guides préconisées par l'OMS pour les eaux de boisson.

[P] Sur la base des valeurs moyennes annuelles relevées pour l'année 2007

[q] Valeurs alpha de 0,15 et 0,18 Bq/l - Une valeur tritium de 170 Bq/l (fontaine d'Ollainville)

[r] Deux mares marquées en <sup>226</sup>Ra de 0,9 Bq/l (confirmé) et 0,2 Bq/l en  $\alpha$  (en cours d'investigation) et une mare marquée en tritium 170 Bq/l