HORS-SÉRIE AVRIL 2015

CLIC info SPÉCIAL
www.cli-cadarache.org

Commission Locale d'Information de Cadarache, instance de vigilance citoyenne indépendante

©ALAIN MAILLIAT

La Durance en Mars 2011.

SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DURANCE

RÉALISÉE PAR LA CLI DE CADARACHE

Édito

Roger Pizot
Maire de Saint-Paul-lez-Durance,
Président de la CLI de Cadarache

Études : conditions *sine qua non* du succès de la mission d'une CLI

Sans études faites en propre, une CLI n'a pas la possibilité d'avoir une appréciation indépendante de celle des exploitants ou des autorités. Sans études, les commentaires de la CLI sur les documents d'un exploitant sont sans justifications concrètes, ils ne peuvent que laisser les lecteurs interrogatifs sur leur bien-fondé. Sans études, une CLI n'a pas les moyens de démontrer au public son indépendance de vue vis-à-vis des exploitants, des institutionnels du nucléaire ou de positions doctrinaires. Ces études assoient l'indépendance à partir de laquelle la crédibilité d'une CLI se bâtit, elles accroissent son audience auprès du public et, *in fine*, font le succès de sa mission. Aujourd'hui, les études de la CLI de Cadarache sont en danger. Dans le contexte de réductions budgétaires, les financeurs des CLI demandent que les projets d'études leur soient soumis pour arbitrage. Nous partageons totalement l'opinion qu'il est nécessaire, dans ce contexte, de réduire les dépenses au strict nécessaire, ceci d'autant plus qu'il s'agit de fonds publics. En revanche, il est primordial que les CLI puissent décider seules, sans ingérence extérieure, de la pertinence de leurs études. Je tiens à remercier tout particulièrement Alain Mailliat, expert en Sûreté nucléaire de la CLI, d'avoir conçu et rédigé ce numéro spécial. Son rôle a été déterminant dans le pilotage de l'étude sur le val de Durance. Ses compétences scientifiques éminentes et son engagement bénévole au sein de la CLI méritent d'être salués. Car l'efficacité et la qualité des travaux de la CLI reposent à titre principal sur des personnes – élus, militants associatifs ou syndicaux et personnes qualifiées – qui acceptent d'y consacrer bénévolement du temps, au seul service de l'intérêt commun.

AVIS AU LECTEUR

La lecture de ce numéro spécial sera probablement un peu plus difficile que celle des CLIC info habituels, tout en restant néanmoins accessible à tous. La raison en est que ce numéro spécial se veut d'abord une synthèse dans laquelle des éléments techniques sont consignés et réunis en un document unique. Ceci afin de permettre de les retrouver facilement dans quelques années pour de nouvelles mesures sur les mêmes bases. Cette publication a également pour but de montrer comment, à l'occasion de la définition et la réalisation d'une étude d'envergure de plus de deux années, la CLI de Cadarache s'efforce de promouvoir en son sein une démarche collégiale grâce à laquelle chacun peut participer et apporter son point de vue.

Opération de géo-référencement sur les berges de la Durance en présence des observateurs de la CLI.

©FREDERIQUE EYROLLE - IRSN

MÉTHODOLOGIE DES ÉTUDES

Chaque année les commissions permanentes spécialisées de la CLI réfléchissent à des projets d'études qui leur permettront d'étayer les avis que la CLI fournit au public. Ces projets sont fonction des événements fortuits sur le site de l'exploitant ou relèvent d'une politique à plus long terme de la CLI pour bâtir progressivement une connaissance détaillée de l'impact environnemental ou sociétal du Centre.

La CLI de Cadarache a ainsi étudié en 2009 l'impact environnemental du Centre CEA de Cadarache à partir d'une étude bibliographique des documents de l'exploitant confiés à un prestataire, la CRIIRAD (cf. CLIC info n°28). Elle a mené en 2013 une enquête sur la perception du risque par les populations voisines du Centre (cf. CLIC info n°43) ou encore la Commission a tenté de mesurer l'empreinte des rejets liquides du Centre de Cadarache sur le val de Durance (cf. CLIC info n°44), étude dont la synthèse est rapportée dans ce numéro spécial.

De par leur importance, leur durée et leur coût, ces études requièrent une phase de préparation avant une décision d'engagement. Ainsi, pour l'étude sur le val de Durance, un groupe ad hoc de huit personnes a été constitué pour en définir le contenu, la durée prévisionnelle et les étapes, et en rédiger les cahiers des charges correspondants.

Le projet documenté est ensuite proposé au Conseil d'administration pour discussions, modifications et accord puis soumis à l'Assemblée générale pour approbation et lancement de l'étude.

Cette procédure plutôt longue – de l'ordre de plusieurs mois – au cours de laquelle les membres de la CLI sont appelés à débattre sur la nature des travaux à réaliser, permet un processus collégial et la recherche d'un consensus. Ceci étant fait, le groupe de travail organise les appels d'offres. Les réponses sont examinées collégialement et les choix sont soumis au Conseil d'administration pour approbation. Après quoi il ne reste plus qu'à lancer l'étude proprement dite, suivre et participer aux travaux des prestataires grâce à des observateurs du groupe de travail qui les accompagnent sur le terrain.

[1] Arrêté N° 113-2006A du 25-09-2006.
[2] Voir encart page 5.

SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DURANCE

RÉALISÉE PAR LA CLI DE CADARACHE

Établie par Alain Mailliat
Collège des personnes qualifiées de la CLI de Cadarache

« La Durance a mordu de ses eaux amères la grande montagne : elle a scié les granits, elle a désagrégé les grès ; elle a fondu les terres, emporté les arbres, les prés, les débris de ponts, une ferme ou deux avec les petits aux berceaux.
De tout ça elle a fait son lit : la plaine. Elle l'a tassée durement en la battant de sa queue grise ; la terre a peur. Elle reste là parce qu'elle ne peut faire autrement. Et encore ! Moi, je sais qu'à pas feutrés, et contre tout ce que les hommes disent, et contre les lois de leurs savants, la terre de la Durance doucement se tire vers les collines, monte sur les genévriers et les chênes verts et s'en va. Elle a peur ; elle est là, sèche à côté de l'eau. De temps en temps la Durance jette la tête de ce côté, mord, et la terre se recule. »
JEAN GIONO, MANOSQUE-DES-PLATEAUX.
Paris : Ed. Emile- Paul, 1954. p43.

CONTEXTE

Le Code de l'environnement charge la Commission Locale d'Information (CLI) de Cadarache d'une mission générale de suivi, d'information et de concertation en matière de sûreté nucléaire, de radioprotection et d'impact des activités nucléaires sur les personnes et l'environnement pour ce qui concerne les installations civiles du site de Cadarache. Elle doit assurer une large diffusion des résultats de ses travaux sous une forme accessible au plus grand nombre.

Elle met ainsi à la disposition du public les documents reçus de l'exploitant – le Commissariat à l'Energie Atomique et aux énergies alternatives (CEA) – et de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN). Selon les cas, la CLI y adjoint une analyse ou des appréciations afin d'en éclairer certains aspects pour une meilleure compréhension.
Cependant, un simple relais d'informations ne saurait assurer la crédibilité et l'audience de la CLI qui ne s'obtiennent que de son indépendance vis-à-vis des exploitants et des organismes institutionnels. La loi donne aux CLI les moyens d'une telle indépendance. En effet, pour mener leurs missions, elles peuvent diriger des expertises, y compris des études épidémiologiques, et faire procéder à toutes mesures ou analyses relatives aux émissions ou rejets des installations dans l'environnement.
Cette disposition est la clef de notre indépendance. Elle permet d'asseoir nos avis sur des expertises dont la nature, l'extension et la réalisation sont définies collégialement au sein de la CLI, garante ainsi du pluralisme des opinions quant aux études à mener. C'est dans cet esprit que la présente étude a été préparée par un groupe ad hoc chargé de la rédaction d'un cahier des charges soumis à l'approbation du Conseil d'administration de la CLI et que le choix des prestataires a été le résultat d'appels d'offres.

En 2009, la CLI avait mené une étude sur l'impact du Centre sur son environnement. L'analyse des documents fournis par le CEA Cadarache avait été confiée à un prestataire : la CRIIRAD (Commission de Recherche et d'Information Indépendantes sur la Radioactivité).
Son rapport (cf. CLIC info n° 28) a conduit le Conseil d'administration du 29 mai 2009 à recommander, entre autres, la réalisation d'études portant sur la recherche d'un secteur soumis aux débordements de la Durance où des contrôles des terres de berges pourraient être faits et sur la faisabilité d'un échantillonnage par carottage au niveau d'une retenue pour estimer l'impact historique du Centre.
Celui-ci procède régulièrement à des rejets d'eau en Durance conformément à un arrêté préfectoral[1], ceci par le biais d'une station d'épuration. Il existe aussi des apports d'eau à la rivière par un affluent appelé le ruisseau du Ravin de la Bête qui traverse tout le site avant d'arriver en Durance. À l'occasion d'épisodes pluvieux le Ravin de la Bête reçoit toutes les eaux pluviales et recueille les eaux de ruissellement constituant une voie de transfert vers la Durance. Sa radioactivité est surveillée par l'exploitant[2]. C'est dans cette perspective que s'inscrit la présente étude, dite Étude Durance, menée pendant les années 2011-2013 et destinée à apprécier les conséquences possibles des activités du CEA sur le val de la rivière Durance.

Des membres du groupe ad hoc sur les berges de la Durance.

Les membres du groupe ad hoc Durance, coordonné par Alain Mailliat, Expert Sûreté nucléaire :
Janine Brochier (UDVN-FNE 04), Brigitte Dailcroix (UFC Que Choisir), Monique Foucher (FARE Sud), Maïté Noé (Adjointe au Maire de Vinon-sur-Verdon), Francis Galizi (Chambre Régionale des Métiers et de l'Artisanat), Patrick Mercier (Syndicat CFE-CGC), Roger Pizot (Maire de Saint-Paul-lez-Durance).

[3] Le becquerel mesure l'activité d'un radionucléide et correspond à une désintégration par seconde.

L'ÉTAT DES LIEUX

Rappelons que 65 installations sont en fonction sur le site de Cadarache.
Parmi celles-ci, 21 sont des Installations Nucléaires de Base (INB) : 18 INB civiles et 1 INB Secrète (INBS) pour la Défense, exploitées par le CEA ; 2 INB civiles exploitées par AREVA NC. Ces activités sont susceptibles d'apporter de la radioactivité dans l'environnement – on parle alors d'impact radiologique – et le CEA doit donc en assurer la surveillance par des analyses périodiques d'eau, de sédiments, d'échantillons de la faune et de la flore. Le bilan annuel de ces mesures est consigné dans un rapport Transparence et Sûreté Nucléaire annuel que le Code de l'environnement impose de diffuser. Le document, consultable sur le site Internet du CEA Cadarache (cad.cea.fr), est communiqué à la CLI et constitue la principale source d'informations que l'exploitant fournit au public quant à l'impact du Centre sur l'environnement et les personnes.

[Figure 1] Collecte des eaux pluviales et de ruissellement

L'apport de radioactivité dans la Durance peut se faire de deux façons. La première résulterait des rejets liquides périodiques par le biais de la station d'épuration qui permet au CEA de rejeter des effluents liquides dans la Durance après s'être assuré que les éléments radioactifs ou chimiques qu'ils contiennent ne dépassent pas les limites autorisées.

La seconde est inhérente à la présence du ruisseau traversant le Centre, figure 1. L'arrivée de radioactivité en Durance serait alors liée aux épisodes pluvieux. Les eaux pluviales collectées sur les bâtiments, les voies de circulation, les aires de stationnement et autres surfaces imperméables des installations du Centre se mêlent aux eaux de ruissellement des terrains qui peuvent avoir été contaminés. Ces eaux et les matières solides en suspension – éventuellement radioactives – sont collectées par le ruisseau qui les conduit en Durance par l'exutoire du Ravin de la Bête, cf. figure 2.

[Figure 2] Exutoire du ruisseau du Ravin de la Bête en Durance

En février 2012 l'ASN donna connaissance à la CLI des résultats des mesures des échantillons prélevés en septembre 2010 dans le cadre de sa mission de surveillance de l'environnement à laquelle la CLI avait été conviée. L'ASN constata que des sédiments provenant du ruisseau du Ravin de la Bête indiquaient une contamination faible par du plutonium ($Pu^{239+240}$) à raison de 1.9 becquerel[3] par kilogramme de matière sèche (Bq/kgsec).

Prélèvements de sédiments dans le ruisseau du Ravin de la Bête en septembre 2010

La CLI disposait des fractions des échantillons prélevés en 2010 à l'extérieur du Centre que l'ASN lui avait fournies. Il s'agissait de sédiments du bassin de rétention en amont du Centre et du ruisseau du Ravin de la Bête ainsi que des végétaux prélevés dans ce même ruisseau à l'extérieur du Centre. La CLI les a fait analyser par un laboratoire indépendant agréé – EICHROM – choisi après appel d'offres. Une légère contamination au plutonium – 0.77 Bq/kgsec – à comparer à la valeur 1.9 de l'ASN a bien été confirmée dans les sédiments du Ravin de la Bête, cf. tableau 1. Nos résultats sont comparables aux mesures réalisées par le CEA et l'ASN.
En consultant le réseau national des mesures de la radioactivité de l'environnement (RNM : mesure-radioactivite.fr/public/) on constate que l'ASN a refait ces mesures de $Pu^{239+240}$ dans le Ravin de la Bête en septembre 2012 et en juin 2013 avec comme résultats respectivement 1.4 et 2.2 Bq/kgsec (±0.1), ceci confirmant bien la persistance d'un marquage radioactif.

	Sédiments bassin de Cadarache			Sédiments Ravin de la Bête			Végétaux Ravin de la Bête		
	résultat	incertitude	LD	résultat	incertitude	LD	résultat	incertitude	LD
Alpha total	273	41	71	298	45	64	82	11	46
Bêta total	444	56	16	397	169	11	1071	193	11
Émetteurs gamma d'origines artificielles									
Cobalt 60	< LD		1	< LD		1	< LD	5	
Césium 134	< LD		1	< LD		1	< LD	4	
Césium 137	21,8	4,8	1	14,4	2,9	0,9	< LD	3	
Américium 241	< LD			< LD		1	< LD	2	
Émetteurs alpha									
Plutonium 238	< LD		0,7	< LD		0,7			
Plutonium 239+240	< LD		0,6	0,77	0,30	0,43			

Tableau 1 : Mesures CLI (réalisées par EICHROM) des échantillons fournis par l'ASN

Tous les résultats sont en becquerels par kilogramme de produit sec (Bq/kgsec). LD signifie limite de détection ; < LD signifie inférieur à LD.

Selon les informations fournies par le CEA, cette contamination provient du débordement d'une cuve de la station de traitement des effluents actifs survenu en 1993. Dix à douze m^3 d'eau faiblement active s'étaient écoulés dans le Ravin de la Bête vers la Durance. Compte tenu du faible niveau de la contamination, celle-ci ne présenterait pas de risque pour l'environnement et le public. Ces résultats venaient ainsi conforter la décision de la CLI de poursuivre ses investigations initiées en 2009 par l'examen d'un possible impact radiologique dans la Durance en aval du Centre sur une vingtaine de kilomètres entre Cadarache et la ville de Pertuis.

LE CONTRÔLE DU RAVIN DE LA BÊTE PAR L'EXPLOITANT

Le bassin versant du Ravin de la Bête : en rouge, les limites du Centre et en noir, le bassin versant du ruisseau

* Étude d'impact du Centre CEA de Cadarache, CEA, février 2012

Le site de Cadarache est traversé en grande partie par le Ravin de la Bête, petit ruisseau qui se jette dans la Durance et dont le bassin versant a une superficie d'environ 25 km^2. Ce ruisseau, le long duquel la majeure partie des réacteurs expérimentaux du CEA Cadarache est implantée, rassemble toutes les eaux pluviales du Centre. Il s'écoule de façon permanente avec des débits d'étiage et de crue de respectivement 3 m^3/h et quelques m^3/s.

Au nord-ouest du Centre, un second bassin versant d'une surface de 120 ha récupère les eaux des zones INBS-PN (Installation Nucléaire de Base Secrète – Propulsion Nucléaire) et Tore Supra. Les travaux de modification des écoulements de surface réalisés entre 1999 et 2009 permettent de concentrer toutes les eaux pluviales du Centre en un seul point de rejet au niveau de l'exutoire du Ravin de la Bête. Des contrôles réguliers de la qualité des eaux du ruisseau sont effectués. En cas de pollution, il est possible de barrer le cours d'eau et d'envoyer son contenu dans un des quatre bassins de 3000m^3 à l'extérieur du Centre.

[4] On y trouve les dédicaces latine et provençale : Anno domini millesimo ducentissimo trigesimo nono, III nonas junii sol obscuratus fuit- grand si commensas cofenira. Oi ben fara, ben trobara. L'an du seigneur 1239, le 3 des nones de juin, le soleil fut obscurci – Réfléchis, si tu commences, comment tu finiras. Qui fera bien, trouvera bien. Pour nos lecteurs avides de savoirs, l'éclipse au pont Mirabeau (43° 41' 30.83"N, 5° 40' 08.3"E) commença à 11H 57' 39", fut totale de 13H 14' 13" à 13H 19' 36" et se termina à 14H 35' 07.

L'ÉTUDE DURANCE DE LA CLI

Une étude complète d'un impact radiologique sur la Durance en aval du Centre constitue un objectif très ambitieux et d'un coût certain puisqu'il requiert de procéder à des prélèvements et des mesures de l'eau de la rivière, des matières qui y sont suspendues, des sédiments déposés dans son lit, des végétaux et de la faune qui s'y rencontrent. Avant de l'entreprendre, il faut avoir une idée préalable de l'existence de radioactivité – à un coût raisonnable – ce qui permet de juger de l'intérêt d'analyses complémentaires et de l'engagement du budget correspondant.

Dans cette perspective, la CLI a choisi de faire réaliser une étude sur les seuls sédiments fins. Ceci car les radionucléides présents dans les eaux qui arrivent en Durance se fixent sur les matières solides qui y sont en suspension, selon divers facteurs dont, principalement, leur nature et leur taille. La pratique montre que ce sont des particules fines – de l'ordre du micromètre voire plus petites – et riches en argile et produits organiques qui sont les plus «capteurs» de radioactivité. Ces particules sont transportées par la rivière, parfois assez loin des rejets, et finissent par se déposer dans des bras morts, des amonts de retenues et de seuils, dans des souilles et des gravières, tout endroit où la vitesse du courant est faible et où il existe de la végétation. Au cours des années les sédiments fins s'accumulent en ces lieux. Puis une crue de la rivière vient parfois perturber ces dépôts et, en partie, les redistribuer plus loin en aval.

La Durance en crue le 30 mai 2008. Au centre de l'image la chapelle Sainte Madeleine

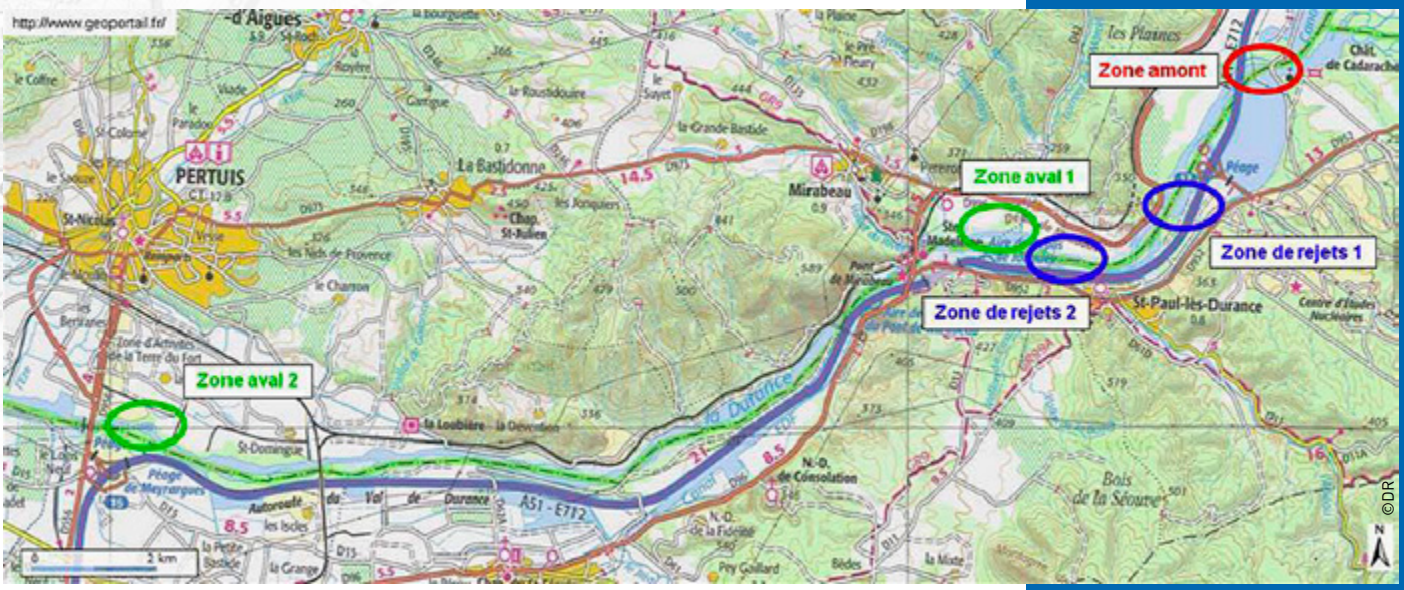
La chapelle Sainte Madeleine[4] vue depuis le lit de la Durance en mars 2011

La CLI a deux objectifs. Le premier est d'apprécier l'existence d'un impact radiologique contemporain lié aux activités des quelques dernières années, ceci en réalisant des mesures des sédiments de surface du lit de la rivière. Le second est d'obtenir un historique de ce possible impact du Centre sur le val de Durance au cours des dernières décennies en prélevant des carottes réalisées sur toute la hauteur de dépôts permanents qui ont résisté aux crues de la rivière puis en les analysant par niveau de profondeur.

Il a été décidé de scinder l'étude en deux parties. La première est destinée à l'identification des lieux répondant aux deux objectifs mentionnés plus haut et aux géo-référencements des points de prélèvement correspondants. Cette identification est complexe du fait de la variabilité du val de Durance entre Cadarache et Pertuis, soit une vingtaine de kilomètres, et du caractère torrentiel du régime de la rivière dont les crues sont bien connues des riverains (photographies ci-jointes). La seconde partie de l'étude est consacrée à la réalisation des prélèvements et leurs analyses.

LES ZONES DE PRÉLÈVEMENTS

Après appel d'offres, la détermination des zones de prélèvements a été confiée à un groupement de deux organismes publics : l'Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN, Laboratoire d'études radioécologiques en milieux continental et marin) et le Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement (CEREGE, UMR 6635, Unité Mixte de Recherche du CNRS et de l'Université de Provence Aix Marseille 3).
Ce groupement présentait l'intérêt de combiner les savoirs de l'IRSN en radioécologie – comportement de la radioactivité dans l'environnement – et l'expertise du CEREGE sur la géomorphologie de la moyenne et de la basse Durance.
Diverses zones ont été préalablement identifiées grâce à des études géologiques de la rivière et des relevés photographiques couvrant les dernières décennies. Puis cinq d'entre elles ont été confirmées par des sorties sur le terrain en mars 2011 avec la participation d'observateurs de la CLI. Cinq zones dites *amont*, *rejet 1* et *rejet 2* puis *aval 1* et *aval 2* sont ainsi positionnées par rapport aux deux points des rejets dans la rivière, voir figure 3 ci-dessous.



[Figure 3] Localisation des zones de prélèvements des échantillons

La zone *amont* est située en amont du site de Cadarache, au nord du bassin d'écluséées construit en 1980 pour retenir les limons des eaux du canal. La zone est propice aux prélèvements de surface comme aux carottages profonds. Non exposée aux rejets liquides du Centre de Cadarache, elle sert de référence. Il est en effet essentiel de disposer d'un tel état de référence du milieu car c'est par différence avec les états observés en aval des points de rejets que l'on peut établir l'existence d'un impact sur l'environnement. Cet état de référence qui permet d'avoir les bruits de fond radiologiques et chimiques du val de Durance est d'autant plus important qu'il existe un marquage du milieu par les retombées atmosphériques des essais d'armes nucléaires et surtout par les retombées de l'accident de Tchernobyl de fin avril et début mai 1986.

La zone *rejet 1* se situe dans l'exutoire du Ravin de la Bête par lequel les eaux pluviales et de ruissellement provenant du site s'écoulent vers la Durance. Cet exutoire, qui a la forme d'un petit bassin de 70 m de long, constitue la connexion avec la Durance (cf. figure 2 page 4 et figure 5 page 10). Les vitesses d'écoulement y sont faibles et propices à l'accumulation de sédiments. Ce point est en amont des rejets de la station d'épuration du Centre et permet ainsi d'identifier l'impact possible des seules eaux pluviales et de ruissellement. Le bassin s'étant formé à partir de l'année 2001, on peut estimer que les sédiments ont enregistré en 2013 les traces d'un impact d'au moins une dizaine d'années. Les analyses des sédiments permettront de mesurer une éventuelle contamination due aux ruissellements sur les terrains du Centre.

La zone *rejet 2* est située à 3 km en aval des rejets de la station d'épuration du Centre car il n'a pas été possible de trouver un point d'accumulation de sédiments fins en aval immédiat de ce rejet. La zone retenue est dans un bras mort en rive gauche, connecté à l'exutoire du cours d'eau l'Abéou. Elle existe depuis 2003.

Les analyses de sédiments permettront d'y mesurer la totalité d'une éventuelle contamination due aux deux sortes d'effluents sur les dix dernières années.

Les zones *aval 1* et *aval 2* sont situées suffisamment loin en aval des deux points des rejets pour que les effluents se soient distribués de façon homogène dans le flux de la rivière.
La première des zones est située au niveau du torrent Saint-Marbel, dans un bras mort en rive droite connecté à la Durance. Existant depuis 2001, il offre une possibilité d'apprécier les conséquences des rejets pendant au moins les dix dernières années.
La dernière zone identifiée *aval 2* est juste un peu en amont de la ville de Pertuis dans une souille dont l'exploitation a cessé en 1991. Il s'agit d'un bras secondaire en rive droite propice au prélèvement d'un enregistrement sédimentaire d'au moins une vingtaine d'années.

Dossier

LES PRÉLÈVEMENTS

Les prélèvements et les analyses ont été confiés au laboratoire ALGADE après appel d'offres. Les carottages ont été réalisés les 25 et 26 avril 2012 sur les cinq localisations déterminées par l'étude préalable (cf. figure 3), en présence de représentants de la CLI et selon des modalités destinées à compenser les inhomogénéités possibles de composition du sol dans la zone concernée.

- Pour toutes les zones, il a été réalisé trois carottes de 40 mm de diamètre et de 1m50 de profondeur ou, à défaut, jusqu'au substratum, dans un carré de 5 m sur 5 m centré sur le point GPS indiqué pour chaque zone dans l'étude préalable, cf. figure 4.
- Pour les zones *amont, rejet 2* et *aval 1*, chaque carotte a été partagée en 5 sections d'égale hauteur indicées a, b, c, d et e du haut vers le bas. Pour chacune des trois zones, les sections d'indice identique ont été mélangées pour constituer un échantillon composite qui a été analysé.
- Pour la zone *rejet 1* les 3 carottes n'ont pas été sectionnées mais simplement mélangées pour constituer un échantillon intégrateur propre à la zone.
- Pour la zone *aval 2* les prélèvements n'ont pas été mesurés, eu égard à l'analyse de résultats intermédiaires; on y revient plus bas.

[Figure 4] **Réalisation d'une carotte par le laboratoire ALGADE**

Pour une complète traçabilité des prélèvements et la possibilité de reconduire des mesures aux mêmes endroits dans quelques années, le tableau 2 ci-dessous fournit les coordonnées Lambert 3 des points de référence définis dans la pré-étude confiée à IRSN/CEREGE et les points effectifs des prélèvements réalisés par ALGADE.

Tableau 2 : Localisations des échantillons prélevés

	AMONT	REJET 1	REJET 2	AVAL 1	AVAL 2
Référence	874247/163066	873121/161363	870749/160025	870256/160464	855470/156799
Carotte 1	874248/163071	873112/161361	870753/160033	870260/160471	855466/156805
Carotte 2	874248/163071	873111/161366	870750/160024	870258/160472	855474/156816
Carotte 3	874246/163068	873120/161353	870742/160017	870256/160462	855466/156814

LES RÉSULTATS

L'ensemble des résultats obtenus se trouvent dans le tableau 3 ci-dessous organisé en quatre sections. Les lignes de la section amont fournissent les quantités de radionucléides mesurées avant les rejets contrôlés et naturels du Centre. L'impact radiologique du Centre sur les sédiments fins du val de Durance se déduit d'une comparaison entre les autres sections et cette section amont.

L'IMPACT RADIOLOGIQUE

Pour illustrer cet impact, considérons par exemple le plutonium. On lit dans la colonne $Pu^{239/240}$ et pour la ligne 0-30 de la section amont le chiffre 0.096. Il indique que la valeur moyenne de la radioactivité produite par les isotopes 239 et 240 du plutonium dans les 30 premiers centimètres de sol est de 0.096 becquerel par kilogramme de matière sèche (Bq/kgsec). On note également que pour les autres profondeurs de cette section amont les mesures se trouvent entre 0.048 et 0.105 Bq/kgsec. Un calcul de l'activité de la totalité de la carotte obtenue avec les quantités de matières sèches de chaque tronçon fournit 0.08 Bq/kgsec comme activité massique moyenne. Gardons ce chiffre présent à l'esprit comme valeur de référence $Pu^{239/240}$ en amont du Centre de Cadarache.

Ceci fait, examinons la section *rejet 1* et la colonne $Pu^{239/240}$. Il s'agit des sédiments prélevés par la CLI dans le ruisseau du Ravin de la Bête. On y lit 0.12, 0.17 et 0.18 Bq/kgsec. Ces chiffres sont tous supérieurs à 0.08, le dernier étant plus que le double de la valeur de référence à l'amont du Centre. Ce constat, joint aux mesures de l'ASN (1.9, 1.4 et 2.2 Bq/kgsec) en amont de nos propres points de prélèvement dans le Ravin de la Bête, permet de conclure que le ruisseau transporte ces isotopes de plutonium vers la Durance et qu'ils proviennent de matières des sols que les pluies ont entraînées. Cette contamination du ruisseau est un élément qui avait été noté par la valeur inhabituelle mesurée dans ce ruisseau par l'ASN en 2010 puis en 2012 et 2013 et retrouvé également par la CLI comme vu plus haut, cf. tableau 1.

L'intérêt de la comparaison que nous venons de faire provient de ce que les mesures du tableau 3 ont été réalisées par le même laboratoire en utilisant les mêmes équipements. Elles permettent d'avoir une appréciation fiable de l'impact radiologique du Centre sur le val de Durance.

Poursuivons la lecture, toujours dans cette colonne $Pu^{239/240}$, mais cette fois dans les secteurs *rejet 2* et *aval 1*, nous constatons que l'activité des terrains est très nettement inférieure à l'activité dans les terrains de l'amont du Centre. Ainsi, hormis une zone restreinte située le long du ruisseau du Ravin de la Bête et son bassin servant d'exutoire en Durance, on conclut qu'il n'a pas été décelé de marquage en $Pu^{239/240}$ dans les sédiments fins accumulés au cours des dix dernières années dans le val de Durance. Pour ce qui est du ruisseau du Ravin de la Bête, les mesures permettent de conclure qu'un marquage existe bien et qu'il est suffisamment faible pour, en l'état, être sans conséquence pour la santé de ceux qui accèdent au lieu.

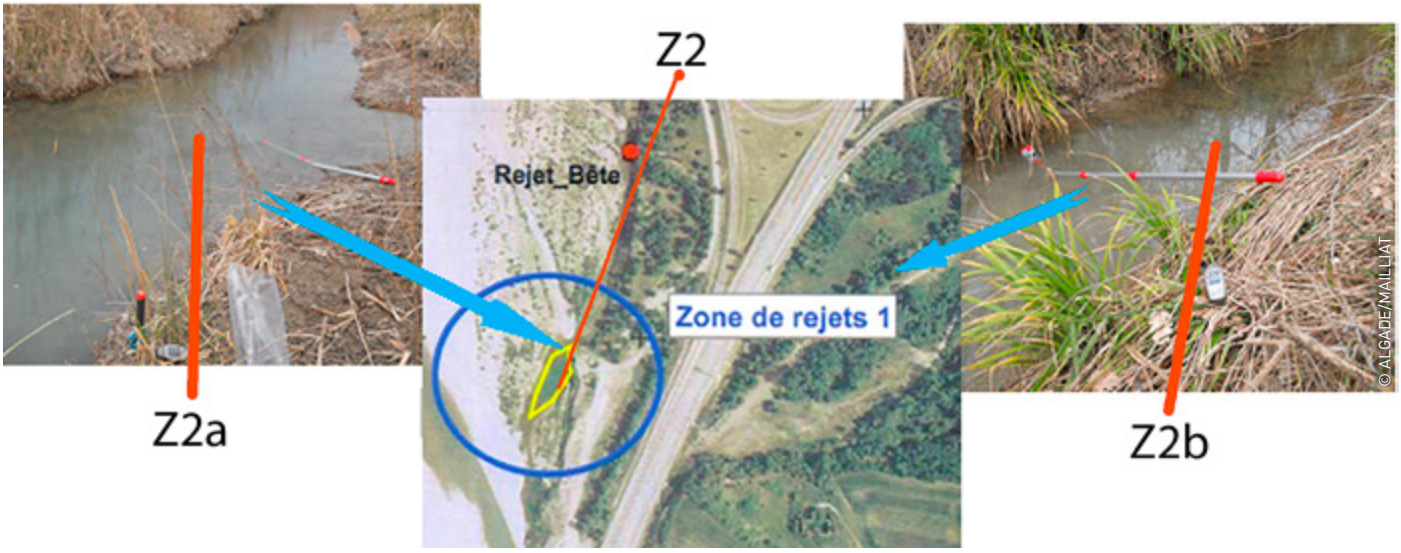
Tableau 3 : Mesures CLI en Bq/kgsec des échantillons prélevés par ALGADE (réalisées par ALGADE et SUBATECH)

Radionucléides	Profondeurs cm	Beta total	Th^{234} Gamma	Th^{238} Gamma	Cs^{137} Gamma	Sr^{90} Beta	Pu^{238} Alpha	$Pu^{239/240}$ Alpha	K^{40} Gamma
Amont	0-30	756	23	31	23.4	<1.15	<0.0085	0.096	524
	30-60	673	18	29	16.1	<1.35	<0.0085	0.048	498
	60-90	691	15	31	4.3	<0.84	<0.0072	0.085	259
	90-105	837	27	33	3.3	<0.60	<0.0058	0.1	519
	105-120	615	8	29	3	<0.53	<0.016	0.105	461
Rejet 1		470	10	21	3.1	<0.81	0.016	0.12/0.17/0.18	327
Rejet 2	0-30	377	18	23	1.6	<0.58	<0.0097	0.028	318
	30-60	421	18	19	2	<0.69	<0.0059	0.041	317
	60-90	426	17	20	2.8	<0.65	<0.0053	0.049	345
	90-105	472	23	25	2.3	<0.68	<0.0076	0.041	361
	105-120	476	20	27	2.3	<0.90	<0.017	0.038	370
Aval 1	0-30	251	7	10	0.3	<0.76	<0.023	0.046	213
	30-60	183	17	16	1	<0.64	<0.017	0.019	243
	60-90	324	8	12	0.8	<1.03	<0.012	0.035	261
	90-105	309	16	16	1.1	<0.69	<0.015	0.033	268
	105-120	295	16	15	2	<0.92	<0.014	0.045	301

Ce même exercice fait pour les autres radionucléides – les autres colonnes du tableau – permettra au lecteur de constater, par comparaison aux mesures de la section *amont*, que l'étude de la CLI conduit à la conclusion que les sédiments fins ne présentent pas de signe de marquage radiologique dû aux rejets du Centre.
Il notera que les mesures de la zone *aval 2* – au voisinage de la ville de Pertuis à 17 km en aval de la zone *aval 1* – n'ont pas été faites à l'occasion de cette campagne de mesures, ceci du fait de la déjà très faible radioactivité mesurée au point *aval 1*. La CLI a préféré utiliser le financement correspondant à ces mesures pour compléter l'étude par des mesures additionnelles dans le Ravin de la Bête, là où un marquage avait été constaté. Il a été ainsi réalisé le 5 mars 2013 deux nouveaux prélèvements dans la zone dite *rejet 1* ou encore Z2 du Ravin de la Bête.

À la différence de l'échantillon Z2 obtenu par mélange de trois carottes issues des berges du bassin en sortie de l'exutoire du Ravin de la Bête, les deux nouveaux prélèvements Z2a et Z2b ont consisté en des sédiments extraits du milieu du ruisseau jusqu'à environ 20 cm de profondeur à l'aide d'une canne de prélèvement à partir de trois touches.

[Figure 5] Localisation des points de prélèvements du bassin exutoire du Ravin de la Bête



Le premier, cf. figure 5, appelé Z2a, a pour objectif une confirmation de la mesure Z2. Il est situé quelques mètres en amont de l'entrée du bassin en question.
Le second dit Z2b se trouve 250 m en amont de Z2a après avoir traversé le tunnel sous l'autoroute. Il est destiné à conforter les résultats précédents par sa proximité – environ 150 mètres – en aval des mesures ASN de 2010-12-13 dans le Ravin de la Bête. De plus, la mesure en Z2b est supposée être exempte de possibles effets de lessivage associés aux crues de la Durance. On dispose ainsi de trois valeurs du marquage $Pu^{239/240}$ et Pu^{238} en remontant le long du cours du ruisseau du Ravin de la Bête.
Les prélèvements et les mesures ont été réalisés par ALGADE. Des fractions de ces mêmes échantillons ont été également confiées au laboratoire de l'IRSN/LMRE (Laboratoire de Mesure de la Radioactivité dans l'Environnement, Orsay) pour des mesures en aveugle afin de confirmation. Les deux ensembles de résultats sont consignés dans le tableau qui suit.

Tableau 4: Localisations et mesures Pu en Bq/kgsec du Ravin de la Bête

Localisations Lambert 3		Z2b 873393/161449	Z2a 873155/161399	Rejet 1 =Z2 873121/161363
Mesures ALGADE	$Pu^{239/240}$	0.184	0.164	0.12
	Pu^{238}	0.007	0.008	0.016
Mesures IRSN/LMRE	$Pu^{239/240}$	0.208	0.171	0.146
	Pu^{238}	0.0145	0.0105	0.0088

[5] Migration of the radionuclide 137Cs in the soils contaminated in the result of the Chernobyl accident, Kvasnikova E., Golosov V. , Panin A. 16ème Congrès Mondial de Science du Sol, 20-26 Août 1998, Montpellier, France
[6] Les retombées radioactives de l'accident de Tchernobyl sur le territoire français : Renaud, Champion, Brenot aux Editions Lavoisier.
[7] Ibidem.

On constatera que les deux séries de mesures $Pu^{239/240}$ sont cohérentes, présentant une diminution de l'amont vers l'aval du ruisseau et révèlent bien un marquage. En consultant à nouveau le Réseau national des mesures de la radioactivité de l'environnement on peut identifier en juin 2013 une mesure à 8.9 Bq/kgsec en $Pu^{239/240}$ à l'intérieur du Centre sur des sols en friche en aval du lieu-dit la Grande Bastide. Ces terrains sont au voisinage immédiat du ruisseau du Ravin de la Bête et doivent contribuer à sa contamination à l'occasion des épisodes pluvieux, ceci jusqu'à son exutoire en Durance. Il faut aussi noter un écart assez net entre les mesures 1.9, 1.4 et 2.2 Bq/kgsec de l'ASN en 2010-2012 et 2013 et la valeur 0.208 obtenue au point Z2b, à 250 mètres en aval. Il est probable que Z2b n'est pas à l'abri des crues et de leurs effets de chasse sur les sédiments accumulés, à la différence du point ASN.

UNE TRACE DU PASSÉ

En revenant au tableau 3 on note, dans la section amont et pour la colonne Cs^{137} des mesures relatives au césium radioactif, des valeurs particulièrement élevées que l'on n'observe pas dans les autres sections. De plus, ces valeurs décroissent avec la profondeur. Le lecteur notera que les mesures étant situées en amont des rejets du Centre il s'agit là d'un phénomène indépendant des activités du CEA Cadarache. En fait, ce qui est mesuré dans la colonne Cs^{137} de la section amont résulte des conséquences de l'accident de Tchernobyl du 26 avril 1986. Les pluies de fin avril et début mai 1986 ont apporté au sol des produits radioactifs qui voyageaient alors dans l'atmosphère au-dessus de l'Europe. Les prélèvements amont ont été faits dans des terrains de la berge du bassin d'éclusées qui sont restés en l'état depuis cette date. Le césium 137 – seul produit radioactif qui subsiste du fait de sa période de 30 ans – se trouvait en 1986 en surface. Il a depuis migré en profondeur, comme les mesures l'indiquent. Une telle redistribution dans le sol a été observée en Ukraine[5] et en France[6]. L'activité actuelle totale de la carotte prélevée est de 18.6 Bq. Afin d'estimer l'activité en 1986, cette activité est multipliée par le facteur 1.9 qui correspond à une décroissance pendant 27 années. On obtient ainsi 35 Bq. Cette activité, aujourd'hui distribuée en profondeur, était alors à peu près répartie sur la surface de la carotte de 13 cm^2 et correspondait à une activité surfacique en mai 1986, de l'ordre de 27 000 Bq/m^2. Ce chiffre est compatible avec les estimations faites dans la région par l'IRSN qui propose des activités surfaciques entre 10 000 et 40 000 Bq/m^2 pour les retombées de 1986[7].

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La CLI, à partir de cette étude, constate que le marquage radiologique des sédiments fins accumulés au cours des dix dernières années dans le val de Durance du fait des activités du Centre de Cadarache est indécelable à partir des résultats présentés ici sauf pour une zone restreinte située le long du cours du ruisseau du Ravin de la Bête et son bassin servant d'exutoire en Durance. On y décèle un marquage en plutonium. Les mesures de l'ASN comme celles de la CLI permettent de chiffrer ce marquage. Pour les zones qui ont été explorées par la CLI, la présence de $Pu^{239/240}$ est suffisamment faible pour, en l'état, être sans conséquence pour la santé de ceux qui accèdent au lieu. La CLI pourra revenir faire des mesures dans une dizaine d'années sur ces mêmes zones pour poursuivre son action de surveillance. D'ici là, elle suggère que l'ASN, à l'occasion de ses campagnes régulières de contrôle de l'environnement du Centre, refasse, voire étende les mesures faites par la CLI en utilisant les zones de prélèvements qui y sont définies. Elles ont été identifiées comme étant les mieux à même de révéler une accumulation de radioactivité dans le val de Durance par des experts indépendants de l'exploitant du Centre et connus pour leurs connaissances de la radioécologie et du comportement de la Durance. De plus, ces zones sont soigneusement géoréférencées pour que de futurs prélèvements puissent y être refaits exactement aux mêmes endroits et avec la même méthode au cours des années, tant qu'elles ne seront pas détruites par une crue exceptionnelle de la Durance.

LE PLUTONIUM

Les 15 isotopes du plutonium de 232 à 246 sont tous radioactifs. Ce sont les isotopes 238, 239, 240 et 241 qui sont rencontrés le plus souvent dans l'industrie nucléaire. On trouvera ici les caractéristiques des isotopes émetteurs alpha mentionnés dans l'Étude Durance.

Tableau 5 (selon le Vade-mecum du technicien nucléaire- R. Pannetier ISBN 2-903515-04-2)

ISOTOPE	PÉRIODE EN ANNÉES	ACTIVITÉ SPÉCIFIQUE GBq/g
Pu^{238}	87.7	630
Pu^{239}	24390	2.3
Pu^{240}	6570	8.4

1 GBq =1 Giga-Becquerel = 109 Bq = 1 milliard de becquerels

ASPECTS SANITAIRES

Une quantité de l'ordre d'une dizaine de milligrammes (9 mg) d'oxydes de plutonium inhalé en une seule fois est susceptible d'être à l'origine du décès d'une personne (selon la Fiche *radionucléide Plutonium, aspects Sanitaires*, rapport SDI/2007-031, IRSN. On notera que dans ce document l'activité spécifique indiquée 1.6 10^{11} pour le Pu^{240} est erronée. La valeur correcte étant celle du tableau 5 ci-contre.) Des normes d'interdiction de commercialisation des denrées alimentaires ont été instaurées dans l'Union Européenne depuis 1987 dans l'éventualité d'un accident (Règlements Euratom 3954/87 et 2218/89). Les valeurs suivantes s'appliquent à tous les isotopes du plutonium émetteurs alpha.

Tableau 6 (selon la Fiche radionucléide Plutonium, aspects Sanitaires, rapport SDI/2007-031, IRSN.)

DENRÉES ALIMENTAIRES PRÊTES À LA CONSOMMATION			
Aliments pour le nourrisson	Produits laitiers	Autres denrées alimentaires	Liquides destinés à la consommation
1Bq/kg	20Bq/kg	80Bq/kg	20Bq/kg

Une règle de trois permet d'appréhender l'intérêt de ces deux tableaux. Cherchons par exemple la quantité maximum en gramme de Pu^{239}. dans le fromage. Dans le tableau 6 colonne produits laitiers on lit que la limite en activité est de 20 Bq dans un kilogramme. Dans le tableau 5 ligne Pu^{239} on lit que l'activité spécifique est 2.3 GBq/g c'est-à-dire que pour observer 2.3 milliards de becquerels il faut avoir 1 gramme de Pu^{239}. Donc, pour observer 1 becquerel il faut avoir 1/2.3 milliardièmes de gramme et pour observer 20 becquerels il faudra 20 fois plus. Ainsi il ne faut pas avoir plus de 8.7 milliardièmes de gramme dans un kilogramme de fromage pour respecter la norme.

Dossier

LES PRESTATAIRES DE L'ÉTUDE VAL DE DURANCE

- Laboratoire EICHROM : **Analyse des prélèvements remis par l'ASN à la CLI**.

- IRSN – Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – (Laboratoire d'études radioécologiques en milieux continental et marin) + CEREGE – Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement – (UMR 6635, Unité Mixte de Recherche du CNRS et de l'Université de Provence Aix Marseille 3) : **Identification des caractéristiques géomorphologiques du val de Durance et géo-positionnements des lieux propices à l'accumulation de radionucléides dans le lit de la Durance.**

- Laboratoires ALGADE et SUBATECH (UMR 6457, Unité Mixte de Recherche de l'Ecole des Mines de Nantes, de l'Institut National de Physique Nucléaire et de Physique des Particules, du CNRS et de l'Université de Nantes) : **Réalisation des carottages et analyses des prélèvements.**

- IRSN – Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire – (Laboratoire de mesure de la radioactivité dans l'environnement) : **Analyses des prélèvements complémentaires dans le Ravin de la Bête.**

UN BUDGET TOTAL DE 52 000 € :

- Détermination et géolocalisation des points de prélèvement (IRSN-CEREGE) : 17 000 €
- Prélèvements et mesures (ALGADE et EICHROM) : 27 000 €
- Mesures complémentaires (IRSN) : 3 000 €
- CLIC info spécial : 5 000 €

Un financement partagé entre l'État (Autorité de Sûreté Nucléaire) et les collectivités locales* :

- ASN : 50 %
- CG 13 : 42 %
- CG 84 : 3 %
- CR PACA : 3 %
- CG 04 : 1 %
- CPA : 1 %

*Part de chaque collectivité dans le financement général de la CLI.

La Commission Locale d'Information

La Commission Locale d'Information (CLI) est une instance de suivi, d'information et de concertation établie auprès de chaque installation nucléaire en application de la loi Transparence et Sécurité Nucléaire de 2006 (Loi TSN). Mise en place par le Président du Conseil départemental, elle est composée d'élus, de personnes qualifiées, d'associations de protection de l'environnement, de syndicats et de représentants du monde économique. L'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN), l'Agence Régionale de Santé (ARS), les services de l'État et les exploitants assistent à ses travaux.

St-Paul-lez-Durance · Jouques · Rians · Ginasservis · Vinon-sur-Verdon · Corbières · Beaumont de Pertuis

CLIC INFO SPÉCIAL AVRIL 2015

- Directeur de publication : le Président de la CLI
- Comité de rédaction : Commission Communication de la CLI de Cadarache
- CLI de Cadarache
8, rue du Château de l'Horloge
13090 Aix-en-Provence
Tél. 04 42 12 40 64 - Fax 04 42 38 02 87
contact@cli-cadarache.fr
www.cli-cadarache.org
- Conception, réalisation, impression : Autrement Dit Communication
www.autrementdit.fr
- ISSN 1955-1665
- Tirage en 4 000 exemplaires

BULLETIN D'ABONNEMENT GRATUIT AU CLIC INFO

À adresser à :
CLI de Cadarache
Espace du Pays d'Aix
8 rue du Château de l'Horloge
13090 AIX-EN-PROVENCE

Par mail, à adresser à :
contact@cli-cadarache.fr

☐ **M.** ☐ **Mme Nom :** ..... **Prénom :** .....
Tél. ..... **Souhaite recevoir le CLIC INFO en** ..... **exemplaire(s)**
Par courrier postal à l'adresse suivante : .....
.....
Code postal : ..... **Ville :** .....
Date et signature :