

# Les enjeux de la déconstruction de la centrale nucléaire de Brennilis

**Montrer que l'on  
maîtrise la fin de vie  
d'une centrale  
nucléaire et le faire  
savoir.**

**par Pierre Reynard, CEA,**  
*chef du Site des Monts d'Arrée*  
**et Eric Vilers,**  
*EDF, chef adjoint du Site  
des Monts d'Arrée*

Le CEA et EDF ont démarré en septembre 1997 le chantier de déconstruction de la centrale nucléaire de Brennilis, à l'arrêt depuis 12 ans : à l'exception du bâtiment réacteur, qui fera l'objet d'un aménagement pour attendre le démantèlement final, tous les bâtiments du site seront démantelés et démolis, ce qui constitue une première en France. L'organisation mise en place pour conduire industriellement le chantier avec ses contraintes de sécurité et de sûreté présente un caractère pilote, de même que la gestion des

déchets suivant les nouvelles règles édictées par l'Autorité de sûreté.

Dans un souci de transparence, de multiples actions de communication ont été engagées tant avec les élus et les associations locales qu'avec le grand public.

## Traits caractéristiques de la centrale EL4

La centrale EL 4 a été construite au début des années 1960 dans la région des Monts d'Arrée, vers l'extrémité de la péninsule bretonne, au bord d'un lac de barrage existant. D'une puissance relativement modeste (73 MW électriques pour 250 MW thermiques), cette unité a été conçue pour vérifier le fonctionnement à l'échelle industrielle d'une filière française de

réacteurs de puissance, utilisant l'eau lourde comme modérateur (pour ralentir le flux de neutrons) et le gaz carbonique sous pression comme fluide primaire (pour évacuer les calories générées par la réaction en chaîne).

Historiquement, le démarrage d'EL 4 se situe en France entre les premières mises en route des tranches de la filière UNGG (graphite - gaz carbonique), dont 6 exemplaires ont été exploités par Electricité de France (EDF) et 3 par le Commissariat à l'énergie atomique (CEA), et la fin de construction de Chooz A, précurseur, sur notre territoire, des réacteurs de la filière REP (à eau « légère » pressurisée). La première divergence du réacteur EL 4 a eu lieu fin 1966, et la centrale a été couplée au réseau EDF en juillet 1967. Cependant, à la suite du premier choc pétrolier, les pouvoirs publics ont retenu pour le développement accéléré du

parc nucléaire français la filière REP (56 réacteurs actuellement en service). EL 4 est donc restée le seul exemplaire de la filière à eau lourde en France. Après quelques mises au point, la centrale a fonctionné pendant plus d'une quinzaine d'années avec un taux de disponibilité très satisfaisant, produisant plus de 6 milliards de kilowatt - heure, jusqu'à son arrêt définitif en 1985.

Cette centrale expérimentale a été cogérée depuis sa conception par le CEA, à l'origine de cette filière à eau lourde, et EDF, en charge de la production et de la distribution d'électricité. Si le CEA reste actuellement l'exploitant nucléaire, la maîtrise d'ouvrage du projet de déconstruction en cours est assurée par une équipe mixte CEA-EDF, qui reçoit les directives d'un comité de gestion paritaire. La coopération se poursuit donc dans cette phase, au cours de laquelle les deux organismes ont décidé de mettre en œuvre et de tester des méthodes industrielles susceptibles d'être retenues pour les futurs démantèlements. On notera, toutefois, que la centrale des Monts d'Arrée présente des différences importantes avec les unités très standardisées de la filière REP en France : de ce fait, les enseignements techniques et financiers du

chantier actuel ne seront pas directement extrapolables pour la déconstruction de l'ensemble du parc nucléaire d'EDF. Une autre spécificité de l'opération de Brennilis est qu'elle se déroule sur un site qui n'a plus vocation à accueillir une centrale nucléaire, du fait de la capacité de refroidissement trop limitée du lac Saint Michel, du fait également de son implantation isolée au cœur du Parc naturel régional d'Armorique (créé, il est vrai, après la mise en route de la centrale). Ainsi, contrairement aux autres sites nucléaires EDF, dont les caractéristiques permettent d'accueillir plusieurs réacteurs de forte puissance, et sur l'emprise desquels on imagine très bien que pourront coexister des unités en déconstruction, des unités en exploitation et de nouvelles unités en construction, le site de Brennilis est appelé à être libéré totalement de toute contrainte d'ordre nucléaire à terme plus ou moins rapproché.

### La dénucléarisation du site en trois étapes

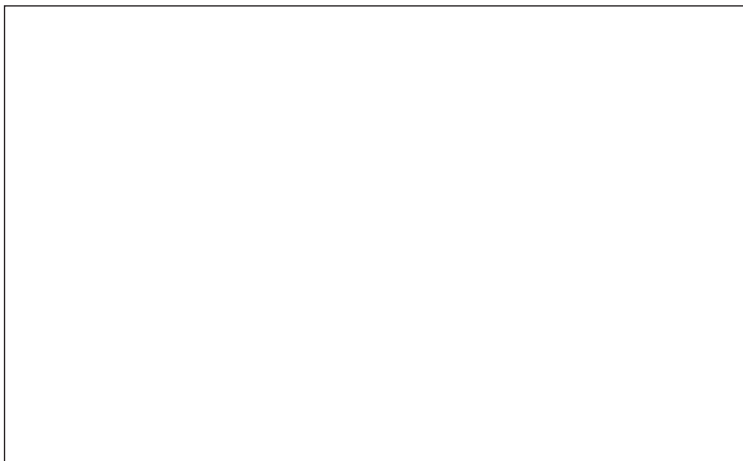
La dénucléarisation du site de la centrale des Monts d'Arrée

est une opération programmée, destinée à s'effectuer en plusieurs étapes ; classiquement, on distingue les trois niveaux suivants, selon les critères définis par l'AIEA (Agence internationale pour l'énergie atomique), et reprise dans le cadre réglementaire français :

*Le Niveau 1, ou « fermeture sous surveillance »*, atteint à l'issue des opérations de mise à l'arrêt définitif. Au cours de cette phase, tous les déchets d'exploitation et matières nucléaires, notamment les combustibles usés, sont évacués du site ; les circuits de process sont vidangés, décontaminés chaque fois que possible et mis en sécurité ; les locaux sont partiellement assainis : il ne reste alors dans l'installation que moins de 1 % de la radioactivité qui était présente lors de l'exploitation. A Brennilis, on peut estimer que le niveau 1 a été atteint fin 1992, après le départ de la totalité des combustibles usés.

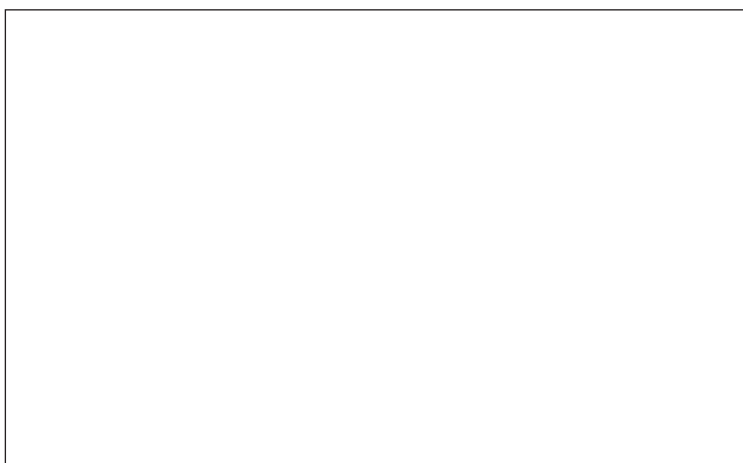
Très rapidement, l'installation nucléaire de base s'était repliée sur un périmètre réduit autour du bâtiment réacteur et des principaux bâtiments nucléaires, laissant un vaste espace pour une zone industrielle gérée par la municipalité, où se sont implantées des entreprises représentant près

Photographie EDF



Vue générale de la centrale EL 4 :  
a) avant travaux

Photographie EDF



b) après déconstruction au niveau 2 AIE

d'une centaine d'emplois. De son côté, EDF avait installé sur place, avant même l'arrêt programmé de la centrale EL 4, deux unités de production au fioul, de 85 MWe chacune.

*Le Niveau 2, ou « libération partielle et conditionnelle »*, engagé par décret, obtenu après des travaux de déconstruction destinés à faire disparaître la majeure partie des bâtiments nucléaires et non nucléaires : seules restent les parties de l'installation dont la radioacti-

tivité, soigneusement confinée, justifie que l'on attende une période suffisante pour bénéficier de sa décroissance dans le temps. C'est le cas, en particulier, du cœur du réacteur, certes vidé de ses combustibles usés, mais dont les matériaux constituant ont été activés par les flux de neutrons pendant la période de fonctionnement du réacteur.

A Brennilis, conformément au décret 96-978 du 31 octobre

1996, le chantier de niveau 2 est en cours : des marchés ont été passés à un groupement de maîtrise d'œuvre et à des entreprises spécialisées, pour démanteler l'ensemble des matériels et circuits présents dans les bâtiments nucléaires autres que le bâtiment réacteur, assainir les parois des locaux et, après une procédure de contrôle systématique, démolir ces bâtiments.

Dans le bâtiment réacteur, seuls les circuits d'eau lourde contaminés en tritium et les circuits électriques anciens sont à démanteler dans la phase de niveau 2. Pour attendre le démantèlement final du bâtiment, des travaux d'amélioration sont lancés : renforcement du confinement du cœur du réacteur, nouveaux dispositifs d'alarme et de protection, rénovation de l'installation électrique et de la ventilation qui sera équipée d'un dispositif de séchage de l'air, pour éviter le développement de la corrosion des structures métalliques. Les opérations en cours mobilisent une centaine de personnes, et font appel à des techniques tout à fait classiques (sciage et découpage avec des outils mécaniques traditionnels, démontage, démolition au marteau piqueur), mais mises en œuvre dans un milieu

nucléaire nécessitant certaines précautions.

*Le Niveau 3, ou « libération totale et inconditionnelle »,* qui peut déboucher, suivant les cas, sur une réutilisation des lieux pour des activités non nucléaires, ou sur le « retour à l'herbe », autrement dit un retour au paysage originel, rendu accessible au public. Les opérations pour atteindre un niveau 3 sont bien entendu plus complexes que pour un niveau 2 : la forte activation de certains matériaux peut nécessiter l'utilisation de techniques évoluées comme la téléopération ou la robotisation. Le conditionnement des déchets et la protection des intervenants contre le rayonnement impliquent alors la mise en place de protections lourdes. Pour le réacteur EL 4, le scénario de référence est basé sur un démantèlement final une cinquantaine d'années après l'arrêt du réacteur, afin de bénéficier d'une dizaine de périodes de décroissance de la radioactivité du cobalt 60, émetteur de rayons gamma à forte énergie, et présent dans l'acier inoxydable de la cuve du réacteur. D'autres radionucléides sont des émetteurs bêta, beaucoup moins irradiants, mais leur durée de vie longue les fait classer dans la catégorie des déchets dits « B », destinés a priori au stockage souterrain qui n'existe pas encore en France.

Toutefois, suite au vœu d'une partie de la population, relayé par le commissaire enquêteur dans son rapport d'enquête publique, ainsi qu'à la demande des ministères de tutelle, reprise dans le texte du décret, le CEA et EDF ont lancé une étude de faisabilité de scénarios alternatifs plus rapprochés dans le temps : un scénario dit « immédiat », dans la continuité des travaux de niveau 2, et un scénario « avancé » à la date de mise en exploitation d'un stockage pour les déchets de catégorie B. Les résultats de l'étude comparative des 3 scénarios seront présentés aux ministères de l'Industrie et de l'Environnement en 1999.

### **Protection du personnel et de l'environnement**

Bien que plus de 99 % de la radioactivité soient désormais évacués, la quantité restante est d'un niveau suffisant pour conserver un classement en Installation nucléaire de base (INB), jusqu'au niveau 3.

Les INB sont contrôlées par l'Autorité de sûreté : la Direction de la sûreté des installations nucléaires (DSIN). L'ensemble des travaux de déconstruction s'effectue dans le cadre réglementaire strict qui régit les INB : chaque opération élémentaire doit être réalisée dans le respect du « Référentiel de sûreté », qui regroupe les textes de base matérialisant l'engagement de l'exploitant nucléaire vis à vis de la DSIN : rapports successifs de sûreté, règles générales d'exploitation, plan d'urgence interne et, maintenant, étude déchets.

En l'absence de matières nucléaires, et donc de phénomènes à évolution rapide, les exigences de sûreté se focalisent sur le confinement des matières radioactives d'une part, pour éviter l'inhalation de poussières ou aérosols par les travailleurs ou la dispersion dans l'environnement de corps radioactifs, et d'autre part, sur la protection des travailleurs contre l'exposition externe aux rayonnements ionisants. Pour un chantier de niveau 2 comme celui d'EL 4, la radioactivité à laquelle sont exposés les intervenants est relative-

**Si, en termes techniques, l'enjeu de la déconstruction de la centrale de Brennilis est l'acquisition d'une expérience utile pour l'exploitant et les entreprises, en termes de communication, il s'agit de montrer à l'opinion publique, dans la transparence, que la fin du cycle de vie d'une centrale nucléaire est maîtrisée.**

vement modérée, et la possibilité de relargages significatifs dans l'environnement extrêmement faible. De ce fait, l'ensemble des textes mis au point pour les INB « actives » peut sembler bien contraignant ; la notion de FIS (fonction importante pour la sûreté) dont la perte constitue un incident à déclarer, doit être réservée à quelques rares fonctions, pour lesquelles un risque de dépassement des normes pourrait être réel en cas de défaillance ou de non respect.

Il y a lieu, par contre, de décliner des fonctions de sûreté, définies comme les fonctions dont la perte pourrait conduire à un dépassement des objectifs de base que s'est fixé l'exploitant pour les intervenants, sans toutefois pouvoir dépasser les limites réglementaires. Cette notion d'objectif apparaît de plus en plus comme le principal outil de la maîtrise du risque en milieu nucléaire : aussi bas que raisonnablement possible (« As Low As Reasonably Achievable », comme l'indique le sigle ALARA), l'objectif est forcément en dessous des limites réglementaires.

L'objectif ainsi fixé à Brennilis pour le niveau 2, compte tenu du faible niveau de radioactivité, a été établi à 10 mSv par homme et par an, soit 1/5<sup>e</sup> de la valeur limite actuelle pour les travailleurs. Cependant, pour « tenir » un tel objectif, une

gestion fine s'impose, basée sur des prévisions avant le démarrage des opérations, et sur une surveillance pointue en cours d'exécution. Plus précisément, l'ensemble des travaux à effectuer a été découpé en tâches élémentaires (plusieurs centaines pour le chantier en cours). Chaque tâche fait l'objet d'un dossier complet, où sont analysés à l'avance les risques susceptibles d'être rencontrés (non seulement radiologiques, mais également classiques). Une analyse ALARA est effectuée. Pour les tâches les plus dosantes, une comparaison de trois scénarios sur des critères coût - bénéfice est soumise à l'approbation de l'exploitant nucléaire.

La surveillance en matière de radioprotection pendant les travaux se fait à deux niveaux :

✓ l'entrepreneur de travaux est responsable de la radioprotection de son propre personnel et de la gestion de la dosimétrie légale de celui-ci (par film) ;

✓ l'exploitant nucléaire effectue un contrôle de 2<sup>e</sup> niveau, pour vérifier que les règles sont bien respectées sur l'installation. Indépendamment de la surveillance collective (ambian-

ce et débits de dose), chaque intervenant est doté d'un dosimètre électronique, qui donne en temps réel la dose de rayonnement reçu, et se met en alarme dès que l'objectif quotidien est susceptible d'être atteint. Chaque jour, les résultats sont mis sur fichiers informatique et traités.

**La notion d'objectif apparaît de plus en plus comme le principal outil de la maîtrise du risque en milieu nucléaire : aussi bas que raisonnablement possible (« As Low As Reasonably Achievable », comme l'indique le sigle ALARA), l'objectif est forcément en dessous des limites réglementaires.**

Quant à l'environnement, le site des Monts d'Arrée, comme tout centre nucléaire, a mis en œuvre une politique de surveillance, reposant sur des mesures et prélèvements à périodicité régulière, concernant l'air, l'eau et la

chaîne alimentaire au voisinage du site. Les résultats des analyses, transmis mensuellement à l'Opri et à la Drire, ne montrent aucune trace de radioactivité artificielle depuis des années. Les opérations de démantèlement du niveau 2 ne doivent pas non plus générer d'écart par rapport à ces mesures, les rejets d'effluents liquides n'étant pas autorisés.

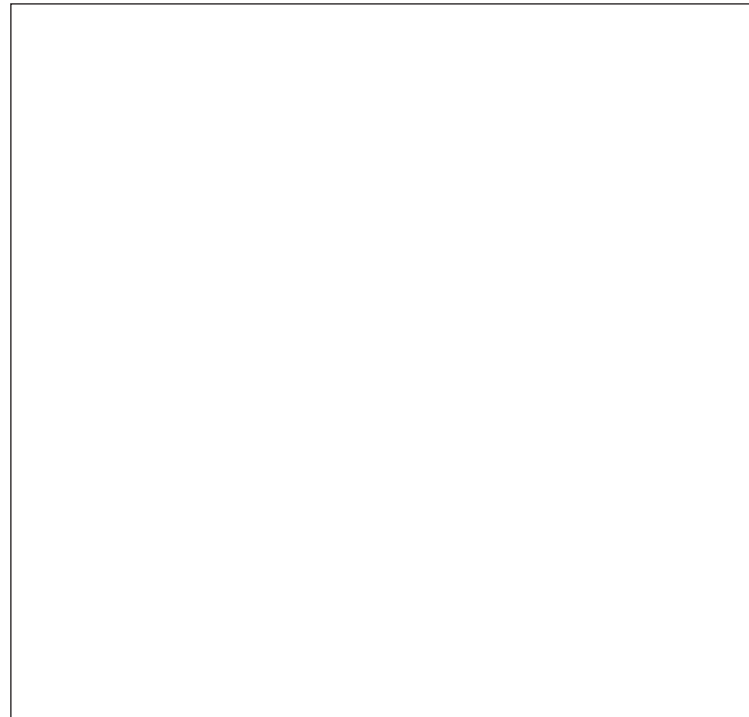
## La problématique des déchets

La déconstruction des installations nucléaires génère de

grandes quantités de déchets (ou produits de démantèlement), dont la radioactivité est souvent très faible, quand elle est mesurable. C'est le cas des déchets dits de « très faible activité », en abrégé TFA. Des règles strictes ont été mises en place pour optimiser la gestion de ces déchets et éviter de saturer les centres de stockage de déchets radioactifs avec des produits qui ne « méritent » pas d'y être stockés. Les principes mis en avant par l'exploitant nucléaire sont la minimisation du volume des produits, la traçabilité de ceux-ci tout au long de leur traitement et leur valorisation chaque fois que possible. Ces principes trouvent leur application dans l'étude « Déchets », préparée suivant des directives comparables à celles de la circulaire 90-98 du 28 décembre 1990, émise par le ministère de l'Environnement à l'usage des ICPE du secteur non nucléaire (Installations classées pour la protection de l'environnement).

Conformément au texte du décret 96-978, l'étude « Déchets » de Brennilis s'articule autour des points suivants :

✓ réalisation d'un « zonage déchets » : en se basant sur la conception de l'installation, ses règles de fonctionnement et son historique, et sur des



Photothèque EDF/Antoine Corvitt

*Conditionnement d'un colis de déchets sur le chantier.*

*Les principes mis en avant par l'exploitant nucléaire sont la minimisation du volume des produits, la traçabilité de ceux-ci tout au long de leur traitement et leur valorisation chaque fois que possible.*

inventaires radiologiques, l'exploitant a effectué une partition des locaux en zones « à déchets conventionnels » et en zones « à déchets nucléaires ». Le zonage peut évoluer à la suite des travaux de modification de l'installation ;

✓ constitution d'un inventaire, par nature physique et par niveau d'activité, à partir du zonage et d'un marquage fondé sur l'expérience et des mesures de chantiers. L'inventaire est l'instrument de base pour l'organisation du chantier : remis régulièrement à jour en fonction des colis effectivement réalisés au chantier et des résul-

tats des mesures de caractérisation, il permet d'établir le bilan des déchets transmis à l'Autorité de sûreté ;

✓ référentiel de gestion des déchets : tri et conditionnement à la source, c'est à dire au chantier, sur la base du marquage effectué par l'exploitant nucléaire; caractérisation fine de l'activité des colis, sur des bancs de mesures adaptés (fûts, caissons); gestion en assurance qualité par un système informatique ;

✓ élimination des déchets, exclusivement suivant des filières agréées par la DSIN.

Dans le cas de Brennilis, les principales filières sont les suivantes (par ordre de radio-activité décroissante) :

*Déchets FA/MA (faible et moyenne activité)* : ils sont destinés à être envoyés au Centre de stockage de l'Aube (CSA), de l'Andra (Agence nationale pour les déchets radioactifs). Cependant, certains déchets subiront un traitement préalable. C'est le cas, par exemple, des aciers inoxydables, du circuit eau lourde, contaminés en tritium, qui pourraient être traités par fusion dans le four de Centraco, dans le Gard, ou encore de certains produits incinérables.

*Déchets TFA, destinés à un stockage dédié* : ces déchets, d'une activité maximale en bêta/gamma inférieure à 100 Bq/g qui ne justifie pas un stockage au CSA, ne sont, pour la plupart, pas recyclables dans l'industrie nucléaire et devront être mis en stock dans des installations spécialement créées à cet effet (dossier en cours de préparation).

*Produits de démolition des bâtiments assainis* : après le démantèlement des circuits et équipements, les bâtiments nucléaires (sauf le bâtiment réacteur) feront l'objet d'un assainissement final, à la suite duquel ils devront être déclassés en zone à déchets conven-

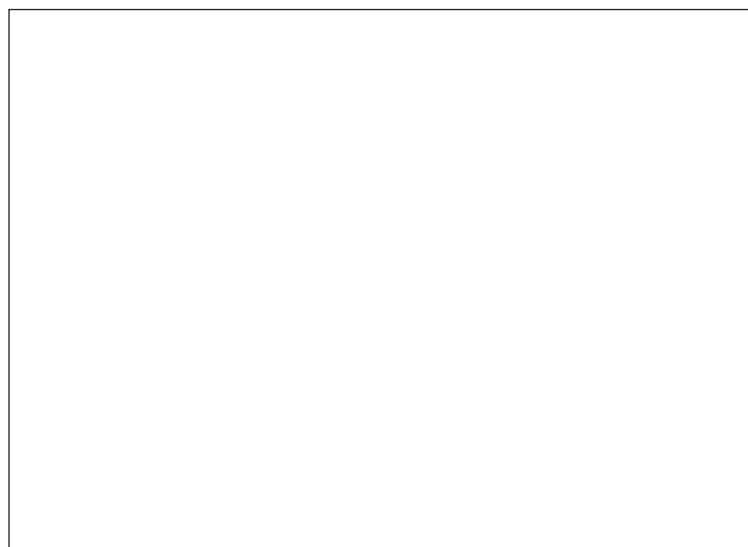
tionnels, suivant une procédure à agréer et après contrôle. Ces structures pourront être ensuite démolies avec des techniques classiques; le site des Monts d'Arrée prévoit d'utiliser les quelques 5 000 m<sup>3</sup> de gravats ainsi récupérés pour remblayer les vides jusqu'au niveau du sol, et de recycler les fers à béton. Cette filière constituerait, de loin, la filière déchets la plus importante en volume.

*Déchets conventionnels par zonage* : les déchets provenant de zones à déchets conventionnels seront éliminés dans l'industrie classique locale, selon des procédures conformes à la réglementation. Ils subiront, le cas échéant, un contrôle de sortie réglementée et, dans tous les cas, un contrôle à la balise de sortie du site.

A l'heure actuelle, la filière conventionnelle et la filière Andra sont les seules ouvertes : l'élimination des déchets TFA, qui constitue l'un des enjeux majeurs du démantèlement des installations nucléaires, est en phase de préparation.

## Une communication axée sur la transparence

La recherche d'un haut niveau de fiabilité dans l'organisation du chantier ne saurait faire oublier qu'un autre enjeu du projet est d'ordre médiatique : l'objectif est de mettre en évidence le fait que la déconstruction d'une centrale nucléaire est une étape nor-



*L'espace d'accueil des visiteurs à la Maison du Lac : l'objectif est de permettre au grand public de comprendre la réalité des opérations de déconstruction.*

Le Guillou

male et maîtrisée dans la vie de cet outil de production d'électricité. La population locale a manifesté sa volonté d'être informée en réclamant, lors de l'enquête publique, la création d'une commission : mis en place dès fin 1995 par le préfet du Finistère, l'Observatoire du démantèlement de Brennilis rassemble les élus locaux et régionaux, les services déconcentrés de l'Etat et les associations de défense de l'environnement ainsi que les organisations syndicales du secteur nucléaire. Cette instance a pour objet de faciliter la concertation, en la plaçant sous le contrôle de l'Etat et non de l'exploitant. Elle se réunit deux à trois fois dans l'année, pour faire le point sur le chantier et répondre aux questions que peuvent se poser les participants sur les conséquences de la déconstruction de la centrale.

Au-delà de l'Observatoire, un plan de communication a été établi, autour de trois points forts :

- ✓ assurer la cohérence de la communication ;
- ✓ informer les leaders d'opinion (médias, élus, responsables de tous ordres, ...) et leur faire voir de près les opérations concrètes de déconstruction ;

✓ permettre au grand public de comprendre la réalité du projet, malgré les contraintes qui nous empêchent d'accueillir tous les visiteurs dans l'INB.

L'information des leaders d'opinion passe par l'ouverture « physique » du site à leur visite pour leur faire « toucher du doigt » la réalité des opérations et constater la maîtrise technique des intervenants. Des aménagements ont été réalisés pour faciliter l'accueil des visiteurs sur le chantier, en dépit des contraintes imposées par les règlements des « zones contrôlées ».

Afin de permettre au grand public de comprendre la réalité des opérations de déconstruction, il fallait lui offrir la possibilité de s'approcher au plus près de cette réalité : ne pouvant accueillir tout le monde sur le chantier, nous avons créé un circuit de visite extérieure pour le grand public. Le circuit comporte une exposition, dont l'approche ludique et pédagogique doit répondre aux aspirations des adeptes du « tourisme industriel » comme à celle des groupes scolaires. Outre la présentation du projet EL 4 et de son environnement, différents thèmes sont abordés : la politique énergétique française, les filières de production

d'électricité, l'énergie nucléaire, la déconstruction des centrales. La visite de l'exposition est complétée par une promenade paysagère, avec des points de vue sur le chantier et sur l'environnement naturel magnifique de la cuvette du Yeun Elez.

En conclusion, nous dirons que si l'enjeu de la déconstruction de la centrale de Brennilis en termes techniques est l'acquisition d'une expérience utile pour l'exploitant et les entreprises, en termes de communication, il s'agit de montrer à l'opinion publique, dans la transparence, que la fin du cycle de vie d'une centrale nucléaire est maîtrisée.