

Le journal de l'Andra

N° 28
AUTOMNE 2017
ÉDITION
NATIONALE



Cigéo :
**dernière ligne droite avant
la demande d'autorisation
de création** P.13

ÉDITO



Alors que le projet Cigéo entame la dernière ligne droite qui le sépare de la demande d'autorisation de création, les jalons importants se succèdent un par un. À commencer par le dossier d'options de sûreté (DOS) du projet, que nous avons soumis à l'avis de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en avril 2016 et qui a fait l'objet d'une instruction de plus d'un an et demi, mobilisant des experts nationaux et internationaux. Les conclusions sont positives : l'ASN a souligné la maturité technique du projet. Elle nous a également demandé d'approfondir certains sujets et a émis une réserve sur le comportement d'une catégorie de déchets en cas d'incendie. Ces remarques sont normales à ce stade du projet, et c'est tout l'intérêt de la démarche de l'instruction du DOS que de demander des approfondissements. Nous intégrons ces remarques dans nos études pour déposer un dossier de demande d'autorisation de création, en 2019, qui répond à toutes les exigences de sûreté requises pour Cigéo.

Il est également important de noter que, dans le cadre de cette instruction, l'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN), appui technique de l'ASN, a mené une démarche d'ouverture en demandant à un groupe de citoyens de se positionner sur les éléments techniques du dossier. L'ASN a également mis en ligne son projet d'avis pour consultation publique avant de rendre ses conclusions définitives. Ce sont des initiatives que nous saluons car elles s'inscrivent dans la même logique que notre démarche de dialogue et de concertation avec les acteurs locaux et les citoyens autour du projet Cigéo. C'est d'ailleurs la première fois qu'une instruction qui nous concerne fait l'objet d'une telle démarche.

L'ASN se positionne également sur nos installations de stockage en exploitation. Elle a ainsi précisé dans son dernier bilan des contrôles de l'année que « l'exploitation du centre de stockage de l'Aube est réalisée de façon satisfaisante, dans la continuité des années antérieures ». Une reconnaissance qui nous conforte dans nos actions passées et nous engage à maintenir le même niveau d'exigence dans nos démarches à venir.

Pierre-Marie Abadie,
directeur général de l'Andra

SOMMAIRE

EN BREF

P. 3/4

L'ACTUALITÉ

P. 5/10

- P. 5** Cigéo face à une nouvelle forme d'opposition
- P. 6** L'Andra à l'écoute des riverains
- P. 7** Concertation pour la liaison intersites de Cigéo : deux participants s'expriment sur cette démarche
- P. 8** THERAMIN, BEACON ET CHANCE : trois projets européens de recherche soutenus par l'Andra
- P. 9** Une technologie innovante pour la surveillance de Cigéo
- P. 9** Colin Dupuy, un jeune doctorant sur les matériaux innovants
- P. 10** Une solution pour ausculter le béton sans le détruire

AILLEURS À L'ANDRA P. 11/12

DÉCRYPTAGE

P. 13/21

Cigéo : dernière ligne droite avant la demande d'autorisation de création

OUVERTURE

P. 22

DIALOGUE

P. 23

Le Journal de l'Andra
Édition nationale N° 28



1-7, rue Jean-Monnet - 92298 Châtenay-Malabry Cedex
Tél. : 01 46 11 81 04 - journal-andra@andra.fr

Directeur de la publication : Pierre-Marie Abadie • Directrice de la rédaction : Valérie Renauld • Rédacteur en chef : Antoine Billat • Comité éditorial : Hervé Bienvenu, Patrick Charton, Christophe Dumas, Jean-Louis Maillard, Laurence Petit, Nicolas Solente, Sylvie Voinis • Ont participé à la rédaction, pour l'Andra : Antoine Billat, Sophie Dubois, Marie-Pierre Germain, Bertrand Tinoco, Lola Kovacic ; pour Angie : Alexia Attali Gabrielle Carpel, Valérie Duffot, Valérie Guez, Benjamin Eskenazi, Alexandra Pithen • Responsable iconographie : Sophie Muzerelle • Crédits photos : Andra, S. Dubois, V. Duterme, P. Demail, P. Maurein, S. Muzerelle, E. Poirrot, M. Saint-Louis, E. Sutre, D. Wanbach, AJC1 - Cette œuvre est mise à disposition sous licence Attribution - Partage dans les mêmes conditions 2.0 Générique. Pour voir une copie de cette licence, visitez <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/> ou écrivez à Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA. • Dessin : Deligne • Création-réalisation : www.angie.fr (ANJ0028) • Impression : Paton - Siret 572 881 662 00025 - Imprimé sur du papier issu de forêts durablement gérées, 100 % recyclé dans une imprimerie certifiée imprim'vert • ©Andra - 368-28 • DICOD/17-0192 • ISSN : 2106-8283 • Tirage : 4 800 ex.

ABONNEMENT GRATUIT

**POUR ÊTRE SÛR
DE NE RIEN MANQUER,
ABONNEZ-VOUS !**

Si vous souhaitez recevoir régulièrement notre journal, merci de retourner ce coupon à :
Le Journal de l'Andra - Édition nationale 1-7, rue Jean-Monnet - 92298 Châtenay-Malabry Cedex

Nom : Prénom :

Adresse :

Code postal : Ville :

Vous pouvez également vous abonner à la version électronique en envoyant vos coordonnées à :
journal-andra@andra.fr, en précisant la ou les édition(s) souhaitée(s).

Édition(s) souhaitée(s) :

- Nationale
- Manche
- Meuse/Haute-Marne
- Aube



PUBLICATION DES RAPPORTS ANNUELS DE L'ANDRA

Chaque année, l'Andra publie son rapport d'activité afin de revenir sur les actualités de l'Agence qui ont marqué l'année écoulée. Elle diffuse également le bilan annuel d'activité de chacun de ses centres, dans l'Aube, la Manche et la Meuse/Haute-Marne. Enfin, depuis deux ans, l'Agence édite son rapport d'activité R&D afin de faire le point sur les derniers résultats scientifiques et techniques ainsi que sur les grands événements de R&D.



Retrouvez tous les rapports annuels de l'Andra sur :
<https://tinyurl.com/y9hgddrg>

LE POINT DE VUE DE DELIGNE

CIGÉO : dernière ligne droite avant la demande d'autorisation de création



Finalisation des études de conception, démarrage de certaines opérations préalables à la construction, anticipation des besoins en ressources humaines et en compétences : l'Andra et l'ensemble des parties prenantes de Cigéo travaillent sur plusieurs fronts en vue du dépôt de la demande d'autorisation de création, en 2019, et de la construction à venir du centre de stockage géologique, à partir de 2022, si celui-ci est autorisé.

Marie Curie, une femme au Panthéon



À l'occasion du 150^e anniversaire de la naissance de Marie Curie, l'Institut Curie, le Musée Curie et le Centre des monuments nationaux célèbrent sa mémoire lors d'une exposition inédite du 8 novembre 2017 au 4 mars 2018 au Panthéon, à Paris.

Cet événement propose de découvrir les coulisses des travaux scientifiques et la vie privée de Marie Curie dans ce lieu symbolique, où ses cendres furent transférées avec celles de son mari en 1995. Attachée à la diffusion de la culture scientifique, l'Andra est partenaire de cette exposition dédiée à l'une des plus grandes scientifiques du xx^e siècle, rendue célèbre pour ses études sur la radioactivité. •

L'Andra présente à Davos pour la Clay Conference



Après Bruxelles en 2015, la 7^e édition de la Clay Conference⁽¹⁾ s'est tenue du 24 au 27 septembre à Davos (Suisse).

Organisée par la Nagra, homologue suisse de l'Andra, elle a réuni plus de 400 personnes, provenant de 21 pays. Objectif : favoriser les échanges autour des travaux de R&D sur les argiles.

Cet événement, qui a lieu tous les deux ans et demi, permet de faire le point sur les résultats des travaux scientifiques et technologiques menés pour développer des projets de stockage dans le monde.

Pour l'Andra, c'est l'occasion de partager et de transmettre ses connaissances acquises dans le cadre du projet de stockage géologique de déchets radioactifs Cigéo, qui sera implanté à 500 mètres de profondeur, à la limite de la Meuse et de la Haute-Marne, dans une roche argileuse : le Callovo-Oxfordien.

La prochaine édition de la Clay Conference aura lieu en France, à Nancy, en 2020 et sera organisée par l'Andra. •

(1) *Clays [argiles] in natural and engineered barriers for radioactive waste confinement.*

Un nouveau DRH à l'Andra



Fabrice Puyade

Paul Talneau

L'été dernier, Fabrice Puyade a rejoint l'Andra en tant que directeur des ressources humaines (DRH).

Fort d'une longue expérience en relations sociales et ressources humaines, il occupait précédemment les fonctions de responsable RH et affaires sociales au sein de Spie Nucléaire, après avoir eu notamment des responsabilités dans les ressources humaines à la Cité internationale universitaire de Paris et dans le groupe Hertz.

Dans le cadre de ses missions, Fabrice Puyade a en particulier la responsabilité de concevoir une nouvelle approche en matière de développement des ressources humaines dans la perspective de l'entrée en phase de réalisation du projet Cigéo et en lien avec la priorité stratégique de transformation de l'Agence.

La prise de fonctions de Fabrice Puyade fait suite au départ de Paul Talneau. Arrivé à l'Andra en 1999, l'ancien DRH a fait valoir ses droits à la retraite. •

Numéro spécial de L'Actu sur Cigéo



Quotidien destiné aux jeunes de 13 à 18 ans, L'Actu décrypte avec style et pédagogie les événements et sujets qui font l'actualité. En collaboration avec l'Andra, les éditions Play Bac ont publié, début octobre, un numéro spécial de L'Actu sur les déchets radioactifs. L'occasion pour les jeunes lecteurs de comprendre les enjeux de leur gestion et de s'intéresser en particulier au projet Cigéo : les grands principes du stockage, l'historique du projet ou encore les études menées depuis vingt-cinq ans par l'Andra. Le tout ponctué de témoignages, de chiffres-clés, de quiz et de dessins humoristiques. Huit pages et 10 minutes de lecture pour appréhender le sujet sous tous ses aspects. •



Retrouvez ce numéro spécial sur : <http://www.andra.fr/download/site-principal/document/editions/591-1.pdf>



STOCKAGE GÉOLOGIQUE

CIGÉO FACE À UNE NOUVELLE FORME D'OPPOSITION

Un an après les actes de malveillance au bois Lejuc et six mois après les dégradations de l'écothèque de l'Andra, les abords du centre de Meuse/Haute-Marne ainsi que l'hôtel-restaurant du Bindeuil ont été le théâtre de manifestations violentes, l'été dernier, de la part d'une frange radicale d'opposition. Le point sur la situation.

Le projet Cigéo franchit une par une les étapes qui le séparent de la demande d'autorisation de création (DAC) que l'Andra déposera en 2019 auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Cette concrétisation croissante du projet s'accompagne d'une radicalisation d'une partie de l'opposition. « À l'été 2016, nous avons connu de multiples actes de malveillance et des dégradations de nos installations sur notre propriété du bois Lejuc. Le petit groupe d'individus qui s'est installé durablement dans le bois a ensuite bloqué nos opérations de nettoyage et de remise en état des lieux en montant des barricades et en s'agrippant aux engins. Puis, en février 2017, certains opposants ont endommagé l'écothèque dédiée à la conservation d'échantillons de l'environnement », relate David Mazoyer, directeur du centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne.

Cette nouvelle forme d'opposition plus violente s'est à nouveau exprimée en août dernier. Après trois jours d'actions pacifiques lors du festival « Les Bure'lesques », une manifestation délibérément violente a dégénéré en fin de journée, le 15 août. 300 personnes, en majorité casquées, cagoulées et armées de projectiles et de bâtons, se sont attaquées aux gendarmes mobilisés pour protéger le centre de l'Andra



en Meuse/Haute-Marne et ses alentours. « Nous déplorons le recours croissant à la violence par une minorité de manifestants. Il faut d'ailleurs bien distinguer l'opposition historique et les militants antinucléaires pacifiques de cette frange de radicaux qui instrumentalisent Cigéo pour des luttes qui dépassent le cadre du projet », explique David Mazoyer.

Un climat d'exaspération

Au-delà de l'Andra et de son centre en Meuse/Haute-Marne, c'est tout le territoire local qui subit les conséquences de cette violence. « Ce ne sont pas uniquement nos installations qui sont attaquées. En juin dernier, un hôtel-restaurant local a fait l'objet d'une tentative d'incendie et, lors des événements du 15 août, certains individus ont dégradé le mobilier urbain et des biens appartenant à des particuliers. Nos partenaires ainsi que les élus qui soutiennent le projet sont également visés, et des témoignages d'habitants excédés nous remontent régulièrement », explique David Mazoyer. Une exaspération des riverains que l'Andra a pu constater lors de la campagne de porte-à-porte qu'elle a menée en juin dernier dans 45 communes locales pour échanger sur le projet Cigéo.

L'Andra est toujours ouverte au dialogue

Face à cette situation, l'Andra remercie et apporte son soutien aux riverains qui s'engagent quotidiennement à ses côtés pour que le projet avance. « Personne ne veut une escalade de la violence. Ma porte est toujours ouverte et nous restons prêts au dialogue », souligne David Mazoyer.

Le dialogue et la concertation sont d'ailleurs au cœur des enjeux de l'Andra. « Nous allons poursuivre et accentuer nos démarches en ce sens via des rencontres de proximité, des ateliers et des conférences-débats sur des sujets ouverts comme l'eau, les versés, etc., afin d'intégrer au mieux le projet Cigéo dans son territoire. »

L'État mobilisé au service de l'ordre public

En parallèle, les services de l'État ont pris les choses en main et mis les moyens afin d'adapter le dispositif des forces de l'ordre aux événements et de sécuriser les lieux, avec le soutien logistique de l'Andra. « Un escadron de gendarmes mobiles a déjà été installé. Cela répond à une demande forte du territoire et témoigne du soutien de l'État au projet Cigéo », précise David Mazoyer. •



ENQUÊTE CIGÉO

L'ANDRA À L'ÉCOUTE DES RIVERAINS



Afin d'échanger sur le projet Cigéo avec les riverains de son centre en Meuse/ Haute-Marne, l'Andra a mené, du 20 au 28 juin dernier, une opération de porte-à-porte. Les 18 ambassadeurs mobilisés ont sillonné 45 communes et rencontré plus de 2 600 ménages.

L'Andra a souhaité aller à la rencontre des riverains de son centre en Meuse/ Haute-Marne (CMHM) afin d'échanger avec eux sur le projet Cigéo. Une opération organisée avec un cabinet spécialisé dans les campagnes de communication innovantes, Liegey Muller Pons (LMP). Objectif : engager le dialogue au plus près des habitants pour apporter des informations sur le projet Cigéo et répondre à leurs questions : « *Le contact direct en porte-à-porte est le moyen le plus efficace pour redonner la parole aux citoyens concernés par des projets industriels ou d'infrastructure* », souligne le cabinet LMP.

Les riverains les plus informés et les plus proches sont également les plus favorables

Menée par 18 ambassadeurs dans 45 communes, la campagne de porte-à-porte a permis d'aller à la rencontre de 2 674 ménages. Parmi eux, 33 %

se sont exprimés en faveur du projet, 35,1 % sont neutres ou indifférents et 18,8 % se sont dits défavorables. Pour 13,1 % des personnes, l'ambassadeur n'était pas en mesure de définir leur avis sur Cigéo. Selon le cabinet LMP, plus les riverains sont informés sur le projet Cigéo, plus ils y sont favorables. Dans le même esprit, la proportion d'avis favorables est plus grande dans le périmètre proche du projet Cigéo (41 % à moins de 15 minutes en voiture

du site). À la fin de la campagne, les ambassadeurs ont également pu faire ressortir les sujets le plus souvent évoqués par les habitants : les risques liés au projet, le comportement d'une partie des opposants, et la poursuite du nucléaire.

L'Andra s'engage à poursuivre le dialogue

Afin de répondre aux interrogations liées à Cigéo, l'Agence s'est engagée à diffuser des informations sur le projet plus largement et plus régulièrement à destination des riverains tandis que des présentations seront organisées dans les villes plus éloignées, afin de combler le déficit de connaissance sur le sujet. L'Andra mettra également en place un dispositif d'information sur les aspects liés à la sûreté. Enfin, au cours des échanges, 320 personnes se sont inscrites afin de recevoir des informations supplémentaires, de visiter le Laboratoire souterrain et de participer aux ateliers de concertation. Autant de prises de contact auxquelles l'Agence donnera suite pour poursuivre le dialogue. •



3 QUESTIONS À... LAURENCE R.,
collaboratrice Andra

Comment s'est passée la campagne de porte-à-porte ?

En binôme, nous sommes allés à la rencontre des riverains, le midi et en fin de journée, pour pouvoir parler à un maximum de personnes. Nous commençons par nous présenter et par rappeler brièvement en quoi consiste le projet Cigéo, puis nous nous proposons d'engager un dialogue, de répondre aux questions ou d'apporter des informations sur telle ou telle thématique.

Pourquoi avoir choisi de participer à cette opération ?

La démarche m'a semblé innovante et riche d'enseignements. À l'Andra, j'ai l'habitude de participer aux journées portes ouvertes, donc je suis déjà amenée à échanger avec les habitants. Mais dans le cas de la campagne de porte-à-porte, cela me semblait intéressant de rencontrer des personnes qui ne viendraient pas forcément spontanément vers nous.

Quelles conclusions tirez-vous de cette expérience ?

C'est une expérience très enrichissante. Elle m'a permis de rencontrer un panel de personnes très variées. Certaines avaient parfois de fausses idées et pensaient, par exemple, qu'il y avait déjà des déchets sur le site. Elles étaient surprises d'entendre le contraire. L'opération nous a également montré qu'il reste encore beaucoup de choses à faire pour informer le maximum de personnes de façon régulière.



CONCERTATION INTERSITES

CONCERTATION POUR LA LIAISON INTERSITES DE CIGÉO : DEUX PARTICIPANTS S'EXPRIMENT SUR CETTE DÉMARCHÉ



Fin 2016, l'Andra a ouvert une concertation avec les acteurs locaux sur la future liaison à créer entre les deux zones d'implantation de Cigéo, afin d'intégrer au mieux les attentes du territoire.

Bernard Bontus et Ophélie Kowalczyck, respectivement conseillers municipaux d'Échenay et de Gillaumé, font le bilan après avoir participé à cette démarche.

Comment avez-vous participé aux réunions de concertation ?

Bernard Bontus : Nous avons été consultés en tant que communes limitrophes du projet Cigéo. L'idée était de nous expliquer le projet de liaison intersites puis de recueillir nos avis sur les trois options techniques étudiées pour relier les implantations de surface de Cigéo : une piste routière, une bande transporteuse semi-enterrée ou aérienne. Pour cela, nous avons eu plusieurs réunions au cours desquelles nous avons reçu des informations sur ce qui allait se passer, les travaux qui étaient envisagés, les étapes et les délais.

Ophélie Kowalczyck : Lors de la dernière réunion, nous avons travaillé sur les futurs aménagements et estimé les travaux nécessaires. On nous a montré des plans et présenté les trois projets de liaison, puis nous avons partagé nos avis afin de choisir l'un d'entre eux. Nous étions réunis en petits groupes de trois ou quatre personnes, ce qui a aidé à répondre à des questions précises, aussi bien sur le type de camions le plus adapté que sur le potentiel d'emploi que cela peut générer dans la région.

Qu'avez-vous pensé de ces ateliers ?

B. B. : J'ai trouvé ces réunions très intéressantes, et c'est très positif que nous soyons sollicités. En outre, cela nous a permis d'être informés très précisément sur le projet Cigéo, autre point très positif en tant que conseiller d'une municipalité concernée.

O. K. : Je trouve très bien de faire participer les collectivités locales, que la population soit au courant de ce qui est envisagé, d'autant que c'est un projet d'ampleur. À titre personnel, cela m'a même permis de découvrir réellement le projet Cigéo et ses objectifs. J'ai appris énormément de choses, c'est presque dommage que cela n'ait pas été fait plus tôt !

Qu'attendez-vous maintenant, suite aux ateliers de concertation ?

B. B. : Pour la suite, il serait intéressant que l'Andra renouvelle cette démarche régulièrement, et que les premiers travaux ne commencent pas sans qu'on ait eu de nouvelles réunions. Il est vraiment important que tout le monde soit informé, cela évite les malentendus et permet d'adhérer davantage au projet lui-même.

O. K. : Ce serait bien de continuer sur cette lancée. Cela permettrait notamment de rassurer beaucoup de personnes qui habitent sur place et qui nous posent des questions - ce qui est tout à fait légitime - auxquelles j'aimerais pouvoir répondre. Il y a quelques années, invitée par l'Andra, j'ai visité le site de la Hague. J'y ai beaucoup appris en quelques jours. Il serait intéressant de transposer cette initiative dans le cadre de Cigéo, et de ne pas se limiter aux conseillers municipaux mais d'aller vers les riverains eux-mêmes.

Au cours de la concertation, les participants ont identifié trois critères prioritaires :

l'insertion paysagère, le foncier (limitation des coupures et de l'impact agricole) ainsi que les nuisances sonores et la production de poussières. Ils se sont finalement positionnés collectivement en faveur d'une bande transporteuse semi-enterrée alliée à une piste routière. Une solution que l'Andra intègre actuellement dans ses études avant qu'une réunion de bilan ne soit organisée en 2018 pour valider le choix technique. •

L'IMPLICATION DE LA SOCIÉTÉ, UN ENJEU FORT POUR CIGÉO

La gestion des déchets radioactifs est un sujet qui doit être pris en charge avec et par la société. C'est pourquoi l'Andra a déployé une large démarche de dialogue et de concertation depuis 2014 autour du projet Cigéo afin d'associer les parties prenantes et les citoyens à ses différentes thématiques et composantes. Cet automne, l'Agence a remis le bilan de ses actions à la Commission nationale du débat public (CNDP).

Le document présente les multiples débats, salons, conférences et animations organisés par l'Andra autour du stockage géologique ainsi que l'utilisation efficiente qu'elle a faite des réseaux sociaux. On y découvre également les actions innovantes qui ont été déployées pour parler différemment des déchets radioactifs : des visites du Laboratoire souterrain de l'Andra pour des blogueurs, la création d'un média numérique pour les générations futures (www.lesarpenteurs.fr) ou encore un appel à projets artistiques pour « imaginer la mémoire des centres de stockage de déchets radioactifs pour les générations futures ». Parallèlement, plusieurs dispositifs participatifs ont été déployés. « *Là encore, il s'agissait de créer de l'intelligence collective sur différents enjeux du projet : la gestion des impacts de Cigéo, la liaison entre les deux installations de surface, le programme de surveillance de l'eau, le programme mémoire, le plan directeur d'exploitation du projet, etc.* », note Marie Chojnicki, chargée de mission ouverture à la société à l'Andra.



Le bilan complet remis par l'Andra à la CNDP est à retrouver sur : <https://lc.cx/xeyC>



EURATOM - HORIZON 2020

THERAMIN, BEACON ET CHANCE : TROIS PROJETS EUROPÉENS DE RECHERCHE SOUTENUS PAR L'ANDRA

Le 1^{er} juin dernier, THERAMIN, BEACON et CHANCE, trois projets européens de recherche sur les déchets radioactifs, ont été lancés pour quatre ans. Soutenus par l'Andra, ils avaient été retenus début 2017 dans le cadre du 2^e appel à projets du programme européen Euratom - Horizon 2020⁽¹⁾. Ces projets sont également portés par la plateforme IGD-TP⁽²⁾, qui réunit l'ensemble des agences européennes homologues de l'Andra autour de la R&D sur le stockage géologique.

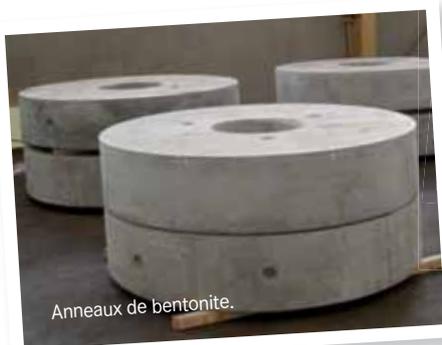


THERAMIN

THERAMIN (*Thermal treatment for radioactive waste minimisation and hazard reduction*) est un projet dédié à la recherche sur les procédés de traitement thermique des déchets radioactifs comme l'incinération ou la vitrification. Ces procédés permettent entre autres une réduction significative du volume des déchets. D'une durée de trois ans, le projet THERAMIN rassemble 19 organisations – dont l'Andra – de huit pays européens. L'enjeu ? Optimiser la gestion et le stockage de déchets radioactifs par un traitement thermique préalable. Pour cela, les travaux porteront sur l'identification des déchets susceptibles de bénéficier d'un tel traitement, tant du point de vue de la sûreté qu'en termes de volume et de coûts de gestion. Les procédés de traitement existants seront également répertoriés et analysés pour des déchets sélectionnés. Impliquée dans divers aspects du projet, l'Andra est notamment responsable de l'évaluation du traitement thermique des déchets sur leur stockage.



Plus de détails sur : <http://www.theramin-h2020.eu/>



Anneaux de bentonite.



BEACON

Le projet BEACON (*Bentonite mechanical evolution*) réunit 25 partenaires européens autour des ouvrages de fermeture à base d'argile, et notamment de bentonite qui a la particularité de gonfler au contact de l'eau, assurant ainsi la fonction d'étanchéité de ces ouvrages. La bentonite peut être utilisée pour fermer les galeries et les descendries, ou encore comme matériau de confinement autour des colis de déchets. La performance et le comportement à long terme de la bentonite dans les ouvrages seront étudiés dans le cadre du projet. Ces études intéressent particulièrement l'Andra dans le cadre du scellement de Cigéo, une fois l'exploitation terminée. En plus de jouer un rôle dans les grandes orientations du projet, l'Agence coordonne le travail sur « la vérification et la validation des modèles ». Concrètement, cela signifie qu'elle proposera une série de tests pour consolider la capacité des modélisations utilisées dans le cadre du projet BEACON à rendre compte du comportement à long terme des scellements.



Plus de détails sur : <http://www.beacon-h2020.eu/>



Colis métalliques de déchets radioactifs.



CHANCE

Coordonné par l'Andra, le projet CHANCE (*Characterization of conditioned nuclear waste for its safe disposal in Europe*) réunit 12 partenaires autour de l'amélioration et l'innovation de procédés de caractérisation des colis de déchets radioactifs. Une démarche qui s'inscrit dans le cadre de la bonne maîtrise du contenu des colis de déchets et de leur acceptation dans le stockage. Quatre actions pour améliorer des méthodes de caractérisation des colis seront menées lors du projet CHANCE. La première, pilotée par l'Andra, visera à identifier les connaissances et les bonnes pratiques actuelles en matière de méthode de caractérisation. Les trois autres consisteront à développer des méthodes de caractérisation innovantes : la calorimétrie pour affiner la connaissance du dégagement thermique des colis et indirectement celle du contenu radiologique à l'origine de ce dégagement ; l'imagerie à muons pour sonder le contenu de colis de très gros volume ; et la spectrométrie pour la mesure des gaz. •



Plus de détails sur : <http://chance-h2020.eu/>

(1) Programme de financement de la recherche et de l'innovation.

(2) *Implementing geological disposal of radioactive waste technology platform.*



PROGRAMME EUROPÉEN

UNE TECHNOLOGIE INNOVANTE POUR LA SURVEILLANCE DE CIGÉO

Dans le cadre du projet européen FINESSE⁽¹⁾, l'Andra participe aux études visant à mesurer la déformation des parois des galeries souterraines à l'aide de capteurs à fibre optique. Une jeune chercheuse italienne a ainsi rejoint l'Agence pour travailler sur le sujet, tandis qu'une expérimentation a été menée, début septembre, au Laboratoire souterrain de l'Andra en Meuse/Haute-Marne.

Lancé en 2016, le projet européen de l'ITN⁽²⁾, FINESSE, s'inscrit dans le cadre des travaux de R&D réalisés par l'Andra pour la surveillance de Cigéo. L'Agence a souhaité y participer afin de contribuer au développement des méthodes

de mesure du comportement mécanique des galeries souterraines.

Une thèse sur l'instrumentation de tunnels avec un revêtement en béton

Le projet FINESSE permet le financement de la thèse d'une jeune chercheuse italienne, Arianna Piccolo.

« Mon travail consiste à définir le câble le plus adapté à la mesure des déformations structurelles du béton, dans l'environnement du stockage », résume-t-elle. Arrivée à l'Andra en avril 2017 pour une durée de trois ans, la doctorante se forme à l'instrumentation, au génie civil et à la modélisation des structures. Elle sera également accueillie par l'université anglaise de Cambridge pour y étudier l'usage de capteurs



optiques dans les ouvrages de génie civil et souterrains, ainsi que par le groupe industriel suisse Brugg pour y acquérir des connaissances sur les systèmes de câbles à fibre optique. •

(1) *Fibre nervous Sensing SystEms*. Projet rassemblant 26 partenaires (universités, centres de recherche et industriels), dont l'Andra.

(2) *Innovative training network*. Dispositif financé par le programme européen Horizon 2020 dans le cadre des Actions Marie Skłodowska-Curie, permettant de financer la formation de chercheurs en début de carrière.

THÈSE

COLIN DUPUY, UN JEUNE DOCTORANT SUR LES MATÉRIAUX INNOVANTS

En octobre 2017, l'Andra a accueilli la nouvelle promotion de doctorants sélectionnée lors de son appel à projets de thèses annuel. Retour sur les neuf premiers mois de Colin Dupuy, issu de la promotion 2016 et diplômé d'un master en sciences des matériaux céramiques à l'Université de Limoges.

Colin Dupuy, 24 ans, est un doctorant enthousiaste. Il faut dire que la thèse proposée par l'Andra et réalisée au sein du laboratoire des Sciences des procédés céramiques et traitements de surface (SPCTS) de l'Université de Limoges a tout pour lui plaire. Son sujet d'étude ? La composition d'un matériau innovant qui pourrait être utilisé dans Cigéo. « Le fait de

savoir que mes recherches trouveront une application est une motivation en soi. Par ailleurs, les matériaux sur lesquels je travaille, et que l'on appelle géopolymères, sont peu développés et pas du tout industrialisés. Seule cette thèse pouvait m'offrir cette opportunité », explique-t-il.

Innovation et valorisation

Creusé à environ 500 mètres de profondeur dans une roche argileuse – l'argilite du Callovo-Oxfordien –, Cigéo accueillera les colis de déchets radioactifs de haute activité (HA) et de moyenne activité à vie longue (MA-VL) au sein d'alvéoles de stockage. C'est en revalorisant les argilites excavées lors du creusement des ouvrages du stockage que Colin Dupuy envisage la fabrication des matériaux en géopolymères pour Cigéo.



« Les axes de recherche à partir d'un coulis à base d'argilite portent notamment sur la question de son alcalinité, qui doit être adaptée afin de préserver les alvéoles », précise Colin Dupuy. •



GESTION DES DÉCHETS DE DÉMANTÈLEMENT

UNE SOLUTION POUR AUSCULTER LE BÉTON SANS LE DÉTRUIRE

Organisé en deux éditions, en coopération avec l'ANR⁽¹⁾, et soutenu par le programme Investissements d'avenir, l'appel à projets Andra a permis de sélectionner, entre 2014 et 2016, 29 projets visant à encourager l'innovation en matière de gestion des déchets radioactifs de démantèlement. DCND (Dynamique et Contrôles Non Destructifs), l'un de ceux qui ont été retenus, propose une solution pour ausculter le béton sans l'endommager et détecter ainsi d'éventuelles fissures dans les structures à démanteler ou les conteneurs de déchets radioactifs.

Afin d'assurer la réalisation des opérations de démantèlement en toute sécurité, il est nécessaire de connaître l'état d'intégrité des structures en béton à déconstruire. « Le projet DCND permet d'avoir un état de santé du béton, et donc de savoir s'il y a des fissures et/ou des risques de fissuration », explique Sylvie Lesoille, ingénieur à la direction R&D de l'Andra. Particularité de la méthode DCND : les contrôles sont effectués sans avoir à endommager le béton. Pour cela, les trois laboratoires⁽²⁾ partenaires du projet ont développé une technique innovante qui repose sur l'utilisation des ultrasons, à la manière des échographies pour les femmes enceintes. « C'est un outil essentiel en amont d'un démantèlement lorsque l'on envisage le découpage du béton par exemple. Nous pouvons ainsi savoir s'il y a un risque d'effritement », poursuit Sylvie Lesoille. Les analyses permettront de fournir des données nécessaires pour savoir si le béton est capable de résister aux efforts qui lui seront appliqués pour le manipuler lors du démantèlement. « À terme, cette méthode de contrôle devra conduire à l'estimation de



Essai de contrôle non destructif du béton au centre de Meuse/ Haute-Marne.

la position, mais aussi de la taille et de la nature, des fissures présentes dans le béton », précise-t-elle.

La bonne vibration

Les contrôles non destructifs effectués dans le cadre du projet DCND reposent sur une méthode innovante. « Elle consiste à faire vibrer la structure ("dynamique") et à voir l'évolution de cette vibration soit dans le temps, soit en différents points de la structure ("contrôle non destructif"). On peut prendre l'exemple d'une cloche : si elle est fissurée, le son se modifie, ce qui alerte d'un problème », explique Vincent Garnier, coordinateur du projet au Laboratoire de mécanique et d'acoustique du CNRS et à l'Université d'Aix-Marseille. Originalité du projet : l'utilisation des ondes électromagnétiques et électriques en plus des ondes sonores. « Nous étudions les effets de la vibration mécanique sur les ondes électromagnétiques et sur les champs électriques. Cela n'a été fait nulle part ailleurs. La complémentarité de ces méthodes d'analyse des structures du béton va multiplier par dix la sensibilité à l'endommagement

et donc permettre des contrôles précoces et précis », annonce Vincent Garnier.

Des applications diverses

Pour l'Andra, ces contrôles non destructifs pourraient trouver d'autres applications, au-delà des opérations de démantèlement. Par exemple, servir à contrôler les conteneurs de colis de déchets radioactifs avant leur stockage tout en évitant de les endommager. « C'est également envisageable dans le cadre du projet Cigéo pour ausculter les infrastructures en béton à l'aide d'un robot équipé de la technologie DCND », précise Sylvie Lesoille. Une méthode qui pourrait également être déployée en dehors du secteur nucléaire puisque les contrôles non destructifs du béton sont extrêmement utiles dans d'autres domaines, comme le génie civil. •

(1) Agence nationale de la recherche.

(2) Le Laboratoire de mécanique et d'acoustique du CNRS et de l'Université d'Aix-Marseille, le Laboratoire matériaux et durabilité des constructions de l'Université Paul Sabatier de Toulouse et l'Institut de mécanique et d'ingénierie de l'Université de Bordeaux.





LA RÉVERSIBILITÉ : MACHINE ARRIÈRE OU CHANGEMENT DE BRAQUET ?

Créé par Usbek & Rica, en collaboration avec l'Andra, *Les Arpenteurs* (www.lesarpenteurs.com) est un média numérique dédié à l'actualité des générations futures. Rédigés par de jeunes journalistes, les articles abordent des sujets qui engagent les sociétés d'aujourd'hui vis-à-vis de celles de demain. *Le Journal de l'Andra* vous propose d'en découvrir un extrait.

La réversibilité est une notion retorse, qui laisse souvent croire qu'il ne s'agit que de faire machine arrière. Avec la troisième loi sur le stockage des déchets radioactifs – également appelée loi sur la réversibilité Cigéo et votée le 11 juillet 2016 –, c'est l'avenir qu'il s'agit d'aménager. Nos descendants auront, légalement, la plus grande latitude possible pour réviser, modifier ou transformer les processus engagés cinquante ans voire un siècle plus tôt dans le secteur concerné. Liée à l'origine au défi environnemental, la réversibilité pourrait bien devenir une norme dans tous les domaines.

« Gouverner, c'est prévoir », dit la maxime. C'est aussi admettre que l'avenir est fait d'imprévisible, et donc d'adaptation nécessaire. C'est bien la lettre – et l'esprit – de la loi sur la réversibilité Cigéo, dont le principe correspond à « la capacité à offrir à la génération suivante des choix sur la gestion à long terme des déchets radioactifs,



Laboratoire souterrain de l'Andra en Meuse/Haute-Marne.

incluant notamment le scellement d'ouvrages de stockage ou la récupération de colis de déchets ; cette capacité est notamment assurée par un développement progressif et flexible du stockage »⁽¹⁾.

Les générations futures se voient donc reconnaître le droit de ne pas être éternellement dépendantes des décisions des précédentes. La loi leur donne en conséquence la possibilité « soit de poursuivre la construction puis l'exploitation des tranches successives d'un stockage, soit de réévaluer les choix définis antérieurement et de faire évoluer les solutions de gestion ». Sur le papier, la réversibilité crée parfois des confusions. La notion se retrouve dans la loi sur la Nouvelle organisation des marchés de l'électricité (NOME) du 7 décembre 2010. Au nom de l'ouverture à la concurrence, celle-ci permet aux particuliers, soumis à des tarifs réglementés, de passer d'EDF à un fournisseur alternatif sans contrepartie, et de revenir – toujours sans contrepartie – à leur opérateur d'origine si l'offre n'était pas satisfaisante. D'où l'idée trop courue que le réversible équivaudrait en général à un droit de retour en arrière. Pas si simple.

Seuil de tolérance

La main humaine peut-elle annuler son geste et restaurer l'état initial ? En matière d'environnement, la chose ne paraît pas toujours possible. Pourtant, les ressources s'épuisent et la faune et la flore peinent à se renouveler. L'enjeu consiste donc à limiter les risques, en se fixant des seuils de tolérance à ne pas dépasser, sans quoi le dommage deviendrait irréparable. Et irréversible. C'est ainsi que sont apparues, dans le sillage de la Conférence de Stockholm de 1972 sur l'environnement, les premières jurisprudences internationales formalisant la notion de réversibilité.

La toute première, datant de 1980 et dédiée à la sauvegarde de la flore et de la faune marines en Antarctique, enjoint les États signataires à « minimiser les risques de modifications de l'écosystème marin qui ne seraient pas potentiellement réversibles en deux ou trois décennies ». Deux ans plus tard et selon la même logique, la Convention

des Nations unies sur le droit de la mer impose aux États pratiquant la pêche à haut rendement de « prendre les mesures appropriées pour éviter que le maintien des ressources biologiques ne soit compromis par une surexploitation ». Exploiter, oui. Capturer, soit. Mais en proportion de la capacité pour le stock naturel de se reconstituer. Ou au moins de se reformer.

Le modèle de l'élastique

Les lois de la science l'ont montré depuis longtemps. Même revenu à sa posture originelle, un corps élastique a subi des variations infinitésimales lorsqu'il était en mouvement. Si le retour en arrière à l'identique est donc impossible – et pas forcément souhaitable –, il est en revanche permis de jouer sur la flexibilité d'une structure pour l'adapter selon la demande. C'est tout le sens de la « réversibilité » telle que l'interprètent certains architectes en mettant au point des bâtiments réversibles, autrement dit transformables, un magasin pouvant être reconverti en bureau, lui-même susceptible de devenir un jour un lot d'appartements.

Cette élasticité est au principe du projet Black Swans de l'architecte Anne Demians, qui a inauguré la tendance avec les trois tours de la presqu'île Malraux à Strasbourg. Dès leur conception, les édifices ont été aménagés selon une matrice évolutive permettant de renouveler leur capacité fonctionnelle en fonction des besoins, de la colocation au coworking en passant par le télétravail. Ces nouvelles perspectives se situent également au cœur de la réflexion sur la « ville résiliente », où des infrastructures conservées changeraient radicalement de vocation. À l'image des jardins partagés qui peupleraient peut-être, à terme, les friches de la ceinture ferroviaire parisienne. Du réversible, du reconvertible ou du renversable. Le choix des mots se décline autour d'un seul impératif, en filigrane de la loi sur la réversibilité Cigéo : laisser toujours ouverte la possibilité de l'ajustement. •

(1) Délibération du conseil d'administration de l'Andra du 5 mai 2014 relative aux suites à donner au débat public sur le projet Cigéo, ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2014), *Journal officiel* n° 108, p. 7851-7 854.



Découvrir d'autres articles des Arpenteurs : <http://lesarpenteurs.fr/>

AUBE

JOURNÉE PORTES OUVERTES : PLUS DE 1 000 VISITEURS

Cette 23^e édition, organisée le dimanche 24 septembre dernier, a démontré une nouvelle fois l'intérêt que la population locale porte aux activités du centre de stockage de l'Aube (CSA).

L'édition 2017 de la journée portes ouvertes (JPO) du centre de stockage de l'Aube a bénéficié d'une météo très agréable, qui a, de toute évidence, incité les personnes à venir découvrir les métiers et les installations du site. Mais cela ne fait pas tout ! En accueillant plus de 1 000 personnes, l'Andra peut en déduire que la JPO garde tout son intérêt, même vingt-cinq ans après l'ouverture du CSA.

Un public qui se renouvelle

Les questionnaires renseignés au cours de cette dernière JPO montrent que, parmi les visiteurs, certains sont des habitués qui reviennent régulièrement lors de cette journée spéciale pour voir les évolutions du centre. Mais, surtout, 66 % des personnes ayant répondu à cette enquête indiquent qu'elles n'avaient jamais visité de site de l'Andra auparavant. S'informer davantage sur la



Découverte d'un ouvrage de stockage accueillant des colis de déchets radioactifs.

gestion des déchets radioactifs y est par ailleurs évoqué comme motivation principale pour participer à cette journée. La curiosité et la possibilité de visiter un site industriel viennent ensuite. Cette année, en plus de faire découvrir les installations du centre de stockage, l'Andra avait mis en place un village des experts, où les métiers nécessaires au bon fonctionnement du site étaient présentés par les salariés (Andra et prestataires) eux-mêmes. Les visiteurs ont pu ainsi discuter librement avec ces personnes et découvrir des métiers qu'ils n'imaginaient peut-être pas présents à l'Andra, comme ceux d'archiviste ou d'ingénieur projeteur. La présence d'un stand tenu par des membres de la commission locale d'information de Soulaïnes a également été appréciée.

En attendant la 24^e journée portes ouvertes, qui devrait avoir lieu au Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage (Cires) à Morvilliers, l'an prochain, les visites des deux centres de l'Andra dans l'Aube sont toujours possibles du lundi au vendredi, sur rendez-vous au 0 800 31 41 51. •

MEUSE/Haute-MARNE

DÉCOUVERTE D'UN SITE NÉOLITHIQUE



Suite au diagnostic archéologique réalisé en 2015-2016, une enceinte néolithique de 35 ha a été mise en évidence sur la future zone Descenderie de Cigéo. Cette découverte a conduit les autorités administratives compétentes à prescrire des fouilles archéologiques, que l'Andra fera réaliser avant tous travaux.

Le diagnostic d'archéologie préventive réalisé en 2015-2016 par l'Inrap (Institut national de recherches archéologiques préventives) a notamment mis en évidence la présence

d'une enceinte datant du Néolithique, d'une surface d'environ 35 ha. Sur la base de ce diagnostic, la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC), sous l'égide du préfet de région, a prescrit des fouilles dans une zone de réserve de 65 ha. Dans cette zone, l'emprise des fouilles est fixée à 40 ha :

- 25 ha prépositionnés ;
- 15 ha à définir au gré des découvertes.

Sur les surfaces en réserve, la réalisation de travaux est interdite et toute activité (par exemple, de type agricole) est contrôlée jusqu'à la levée de contrainte qui sera délivrée par la DRAC à l'issue de l'ensemble des travaux de fouilles. L'Andra n'est pas partie prenante à cette décision et n'interfère pas dans la définition des zones à fouiller. En revanche, elle fera réaliser les fouilles prescrites par les autorités compétentes. •

LE DIAGNOSTIC ARCHÉOLOGIQUE MENÉ EN 2015-2016

Conformément à la loi du 17 janvier 2001, l'Andra avait missionné l'Inrap pour étudier les futurs sites d'implantation de Cigéo afin d'identifier l'existence ou non de traces d'occupations humaines passées. Ce diagnostic avait pour objectif de détecter, caractériser, circonscrire et dater d'éventuels vestiges archéologiques sur un échantillonnage systématique de la surface du projet d'aménagement. Jusqu'au printemps 2016, quatre équipes de l'Inrap ont fouillé le sol en creusant des fosses d'un mètre de profondeur sur environ 10% de la surface étudiée. Dans le cadre de ces investigations, l'Agence a également présenté, d'octobre 2016 à juillet 2017, une exposition ludique et scientifique au centre de Meuse/Haute-Marne, intitulée « Archéo, une expo à creuser ». Retrouvez les détails de la campagne de reconnaissance archéologique dans les numéros 22, 23 et 24 du *Journal de l'Andra* et ceux de l'exposition sur <http://k6.re/yoJhe>.



Cigéo : dernière ligne droite avant la demande d'autorisation de création

Finalisation des études de conception, démarrage de certaines opérations préalables à la construction, anticipation des besoins en ressources humaines et en compétences : l'Andra et l'ensemble des parties prenantes de Cigéo travaillent sur plusieurs fronts en vue du dépôt de la demande d'autorisation de création, en 2019, et de la construction à venir du centre de stockage géologique, à partir de 2022, si celui-ci est autorisé.



Dernières études avant la demande d'autorisation

La demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo est désormais programmée pour mi-2019. Le temps de finaliser le dossier de conception de l'installation souterraine, en y intégrant des optimisations technico-économiques et les retours de l'instruction du dossier d'options de sûreté.



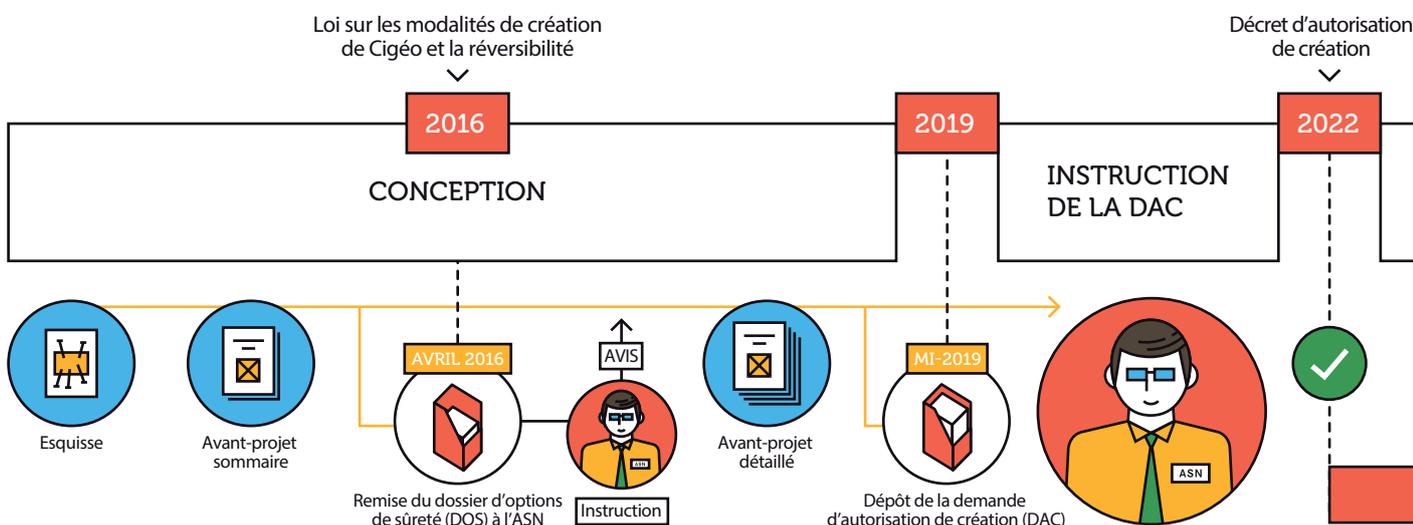
L'Andra déposera la demande d'autorisation de création de Cigéo en 2019. D'ici là, ingénieurs et scientifiques finalisent les études de conception avec rigueur et sans précipitation, en y intégrant notamment les dernières optimisations technico-économiques.

Progresser par étapes

« L'Andra avance étape par étape, explique Frédéric Launeau, directeur du projet Cigéo. En 2012, nous disposions d'une esquisse du projet ; en 2014-2015, d'un avant-projet sommaire à partir duquel nous avons produit le dossier d'options de sûreté (DOS) remis à l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) en avril 2016. »

Ce DOS a permis de poser les grands principes, méthodes et choix de conception, préalable qui s'est avéré très utile à la conduite de la future démonstration de sûreté de la DAC. « Depuis 2016, nous travaillons sur un avant-projet détaillé à partir duquel sera rédigée la DAC. Il s'agit, d'une part, d'intégrer les optimisations technico-économiques conformément aux objectifs de coût arrêtés en janvier 2016 par le ministère et, d'autre part, de prendre en compte les retours de l'instruction du dossier d'options de sûreté [voir page 17]. » Aujourd'hui, après un an d'études sur l'intégration des optimisations, l'Andra a opté pour une nouvelle configuration qui servira de base à l'avant-projet

CARACTÉRISATION DU SITE (archéologie préventive), AMÉNAGEMENTS PRÉALABLES (clôture, terrassement...), & RACCORDEMENTS HORS SITE (eau, routes, électricité...)





détaillé. L'allongement des études de conception qui en découle a nécessité d'adapter en conséquence le calendrier.

Les optimisations retenues

La nouvelle configuration intègre des optimisations qui, avec la même exigence de sûreté, permettront de réaliser des économies substantielles évaluées à 4 milliards d'euros.

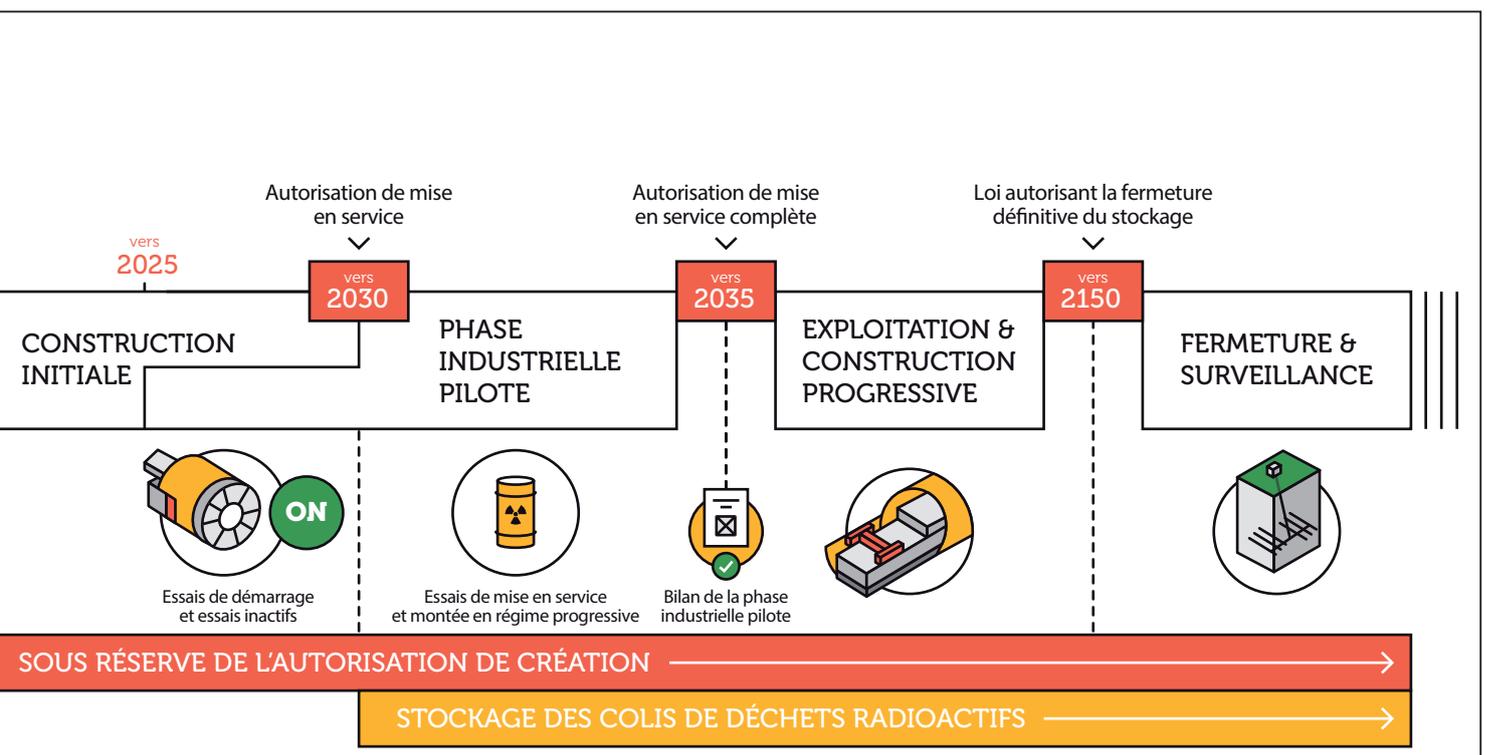
« Nous avons, par exemple, considérablement fait évoluer le réseau des alvéoles souterraines dans lesquelles seront stockés les colis de déchets HA (haute activité) et MA-VL (moyenne activité à vie longue). »

Ainsi, le nombre d'alvéoles a été réduit, passant d'environ 1 500 à 900 pour les colis HA, et de 50 à 22 pour les alvéoles où seront stockés les colis MA-VL. Leur configuration a également été optimisée : les alvéoles accueillant des colis HA seront plus longues, passant de 100 à 150 mètres ; celles destinées à recevoir des colis MA-VL auront une forme plus standardisée. Autre exemple : la nouvelle configuration de Cigéo profite des progrès technologiques en matière d'engins de creusement, ce qui permet notamment d'améliorer la sécurité des travailleurs. Des tunneliers



[voir la photo], sortes de boyaux métalliques qui avancent au fur et à mesure du creusement et dans lesquels l'opérateur est protégé, remplaceront les engins à attaque ponctuelle, comparables à des marteaux-piqueurs géants. « Dans le choix des optimisations retenues, la sûreté a primé. Nous avons cherché à rationaliser

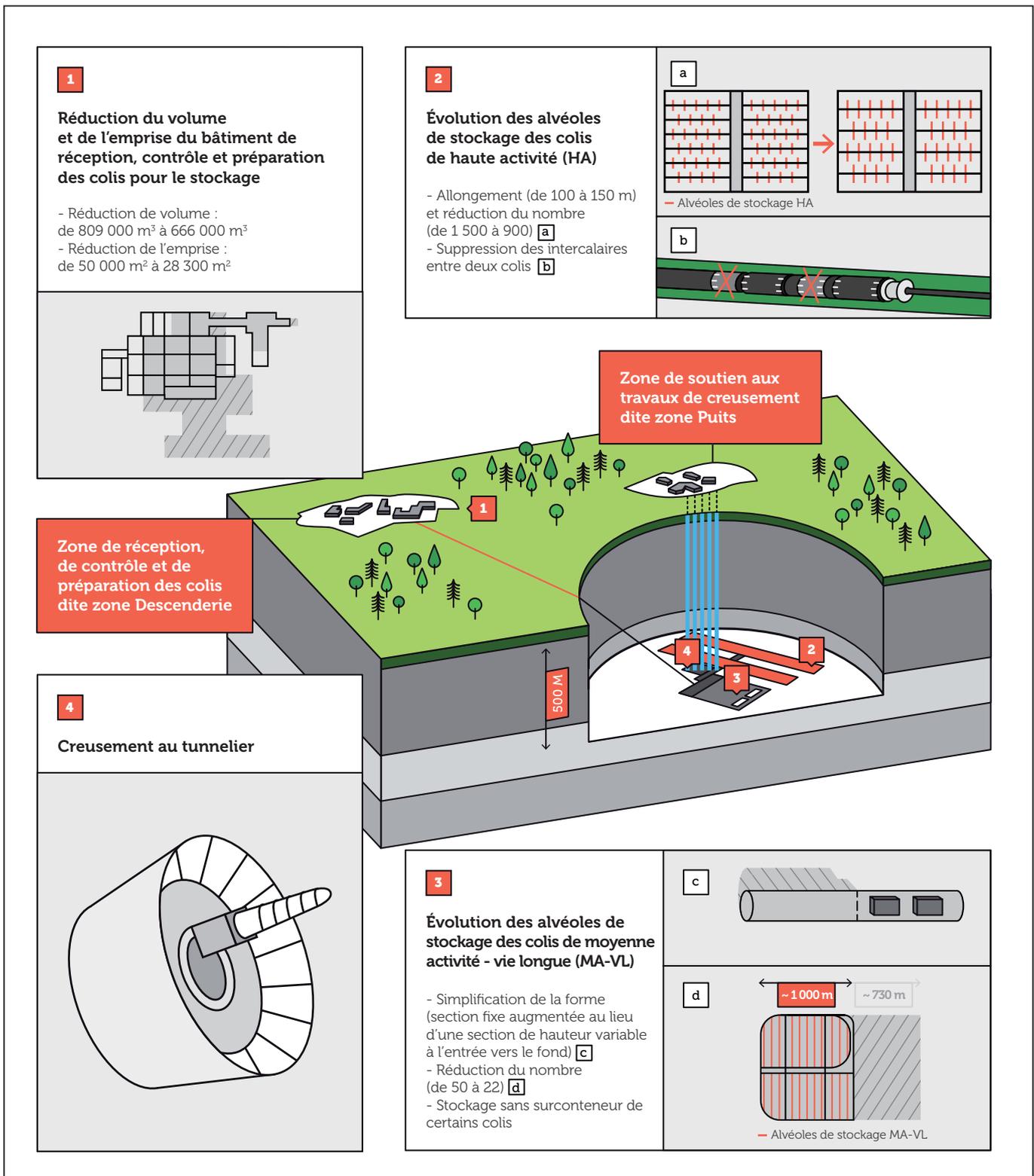
le coût global tout en maintenant le plus haut niveau de sûreté et en améliorant la sécurité du personnel intervenant lors du chantier », précise Frédéric Launeau. Avant d'ajouter : « Nous disposons maintenant d'une feuille de route pour les deux ans qui nous séparent de la DAC. Le projet avance, sans précipitation, avec méthode, rigueur et persévérance. » •





Les optimisations de Cigéo

Diminution du volume d'un des bâtiments de surface, simplification du réseau d'alvéoles, nouvelle technique de creusement : la configuration de Cigéo a été optimisée, à sûreté équivalente et sécurité renforcée.





Instruction des options de sûreté de Cigéo

Les options retenues pour Cigéo, en matière de sûreté et de radioprotection, ont été soumises à l'avis d'experts nationaux et internationaux lors d'une instruction menée par l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN). Retour sur un an et demi de procédure et sur ses principaux enseignements avec Christophe Kassiotis, directeur des déchets à l'ASN, et Soraya Thabet, directrice en charge de la sûreté à l'Andra.

« **Le projet a atteint globalement une maturité technique satisfaisante au stade du dossier d'options de sûreté** », peut-on lire dans le projet d'avis de l'ASN sur le dossier d'options de sûreté (DOS) de Cigéo remis en avril 2016 par l'Andra. « *Le DOS était bien détaillé* », confirme Christophe Kassiotis, à la tête de la direction des déchets, des installations de recherche et du cycle de l'ASN et en charge de cette instruction. De nombreux points ont été jugés satisfaisants, comme la connaissance du site et sa pertinence pour une telle installation ou encore la caractérisation des colis, des matériaux, du ciment... au cours du temps. « *Cette instruction permet à l'Andra de connaître notre avis sur tous ces points, et donc de savoir d'ores et déjà qu'ils seront validés lors de la demande d'autorisation de création (DAC). En revanche, nous avons listé quelques éléments non abordés dans ce DOS et vis-à-vis desquels nous ne pouvons donc pas nous prononcer.* »

Les points à approfondir

Différentes remarques ont ainsi été formulées. « *Nous aimerions disposer d'un arbitrage clair des avantages et des inconvénients en termes de sûreté de certaines options relatives à l'architecture; d'une présentation des critères et méthodes d'analyse du comportement de Cigéo en cas de séisme, d'incendie ou d'inondation; d'un détail des paramètres de surveillance de l'installation et de la gestion d'une situation post-accidentelle* », liste Christophe Kassiotis. Autant de recommandations dont l'Andra tiendra compte dans les études qui seront menées d'ici la demande d'autorisation de création et pour lesquelles des engagements ont d'ores et déjà été pris.

Une réserve sur les déchets bitumineux

Au final, l'ASN ne formule qu'une seule réserve : les déchets bitumineux et leur comportement en cas d'incendie. Cette demande n'a pas surpris l'Andra. « *La problématique n'est pas nouvelle, confirme Soraya Thabet, directrice sûreté, environnement et stratégie filière de l'Andra : les colis bitumineux, entreposés à la Hague et à Marcoule, ont déjà fait l'objet d'études par l'Andra, le CEA, EDF et Areva.* » Les travaux seront poursuivis selon deux voies : la recherche de possibilités de prétraitement de ces colis ou une évolution de la conception du stockage pour les accueillir en toute sûreté. « *L'Agence ne stockera que des colis compatibles avec la sûreté. Si c'est nécessaire, les déchets bitumineux resteront en entreposage le temps de trouver une solution adaptée, mais ce n'est pas bloquant pour le projet* », précise Soraya Thabet.

Une feuille de route pour l'Andra

Au bout du compte, au cours de l'instruction, les experts de l'Andra auront répondu à plus de 600 questions de l'Institut de radio-



protection et de sûreté nucléaire (IRSN), appui technique de l'ASN pour l'instruction. Ils ont également participé à une trentaine de réunions techniques et/ou avec des représentants de la société civile. « *Le travail mené et les échanges techniques ont permis d'aller au fond des choses. Les conclusions de l'IRSN et de l'ASN nous confortent sur un grand nombre de sujets, ce qui va dans le sens de l'avis positif qu'avaient rendu des experts internationaux en décembre 2016. Des compléments sont évidemment nécessaires, et nous prendrons en compte l'ensemble des demandes et recommandations de l'ASN. Cela constitue notre feuille de route d'ici la demande d'autorisation de création* », souligne Soraya Thabet.

LES ÉTAPES D'UNE INSTRUCTION ROBUSTE ET COMPLÈTE

L'instruction du dossier d'options de sûreté (DOS) de Cigéo par l'ASN marquait son entrée dans le processus réglementaire, en vue de l'instruction de la future demande d'autorisation de création. « *Nous avons souhaité une instruction robuste et complète, explique Christophe Kassiotis, et sollicité plusieurs avis : celui*

de spécialistes internationaux qui, via l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), ont remis leurs conclusions le 15 novembre 2016 ; celui de l'IRSN, qui a instruit le dossier et publié un rapport d'avis mi-2017 ; et, enfin, celui de deux groupes permanents d'experts de l'ASN, composés d'universitaires, de spécialistes de la sûreté, d'anciens exploitants ou

producteurs de déchets et de représentants de la société civile, qui ont rendu leur avis durant l'été 2017. » Sur la base de ces trois avis, l'ASN a mis en ligne son projet d'avis pour consultation publique jusqu'en septembre 2017, « *afin de clarifier, si besoin, certains points du futur avis, au regard des commentaires reçus en lien avec la sûreté.* »



Aménager le terrain pour la future construction de Cigéo

Un chantier de grande ampleur comme celui de Cigéo impose d'orchestrer en amont un ensemble d'opérations préalables allant de l'installation des plateformes de chantier à l'alimentation en eau et en électricité, en passant par la desserte ferroviaire et routière.

LE CONTRAT DE TERRITOIRE EN 60 FICHES ACTIONS



Destiné à faire de Cigéo un levier de développement pour le territoire, le contrat de développement de territoire (CDT), piloté par la préfecture de la Meuse, a pour objectif de recenser et coordonner toutes les actions jugées nécessaires pour une implantation réussie du centre de stockage. Afin de l'élaborer, 14 groupes de travail thématiques ont été constitués et se sont réunis trois à cinq fois. « Plus de 200 acteurs, des services de l'État aux techniciens des intercommunalités, se sont investis dans ces groupes, avec une réelle envie de travailler ensemble, entre Meuse et Haute-Marne, témoigne Martine Huraut, qui a représenté l'Andra dans trois de ces groupes. Dans le groupe habitat, nous avons évoqué la question des logements des futurs salariés de Cigéo et des travailleurs temporaires. Habitats en dur ? Dans quel périmètre autour de Cigéo ? Pour des célibataires ou pour des familles ? Autant de questions qu'il faut se poser dès aujourd'hui. » Les autres groupes ont travaillé sur des thématiques variées comme l'énergie, le développement économique, les emplois et les compétences ou encore la formation. Au total, 60 fiches actions ont été retenues, puis réunies dans une proposition de contrat de développement de territoire remise au Premier ministre en avril 2017.

L'objectif des opérations préalables à la construction de Cigéo ? Être prêt à démarrer le chantier de construction dès l'obtention de l'autorisation de création, attendue en 2022.

« L'Andra travaille déjà sur différents

sujets à travers les opérations préalables à la construction de Cigéo : les travaux de caractérisation, les aménagements préalables comme les travaux de terrassement des zones de surface, les raccordements hors site », explique Frédéric Marchal, ●●●

Les opérations préalables

Caractérisation des sites (sondages et fouilles archéologiques, sondages et forages, relevés environnementaux...)

Aménagements préalables (défrichements, terrassements, assainissement, des plateformes en zone puits et descendrie...)

Raccordements hors site (alimentation en eau, en électricité, liaison routière et ferroviaire...)

Décret d'autorisation de création

ALIMENTER LE SITE EN ÉLECTRICITÉ

Pour alimenter Cigéo en électricité, un poste sera installé au pied de la ligne haute tension qui surplombe le site.

« Ce poste alimentera, via des lignes souterraines, deux postes secondaires situés près de la descendrie et des puits, également reliés entre eux », explique Emmanuel Chrétien, responsable RTE (Réseau de transport d'électricité) en charge du raccordement.

En juin 2016, la zone d'implantation du poste et le fuseau des lignes

souterraines ont été définis à l'issue d'une concertation avec les élus et les services de l'État. Une seconde concertation, avec les exploitants agricoles des terrains concernés, a eu lieu fin octobre pour définir avec précision le cheminement souterrain. « Nous évitons les secteurs habités et les haies, pouvons passer à droite ou à gauche d'un chemin, mais nous ne pouvons pas zigzaguer : les sous-sols de certains champs seront donc traversés. L'objectif est de trouver la meilleure solution pour tout le monde. »

Certains relevés de caractérisation ont été réalisés fin octobre (qualité des sols, topographie, etc.) « Nous espérons une finalisation de la caractérisation du site fin 2017, explique Frédéric L'Honneur, qui suit le dossier pour l'Andra. Ces données permettront alors à RTE d'affiner le coût de l'ouvrage et de déposer les dossiers réglementaires préalables à sa réalisation, comme le dossier d'approbation de projet d'ouvrage. »



... chef du service Insertion territoriale. Parmi les premiers travaux à mener figurent les fouilles archéologiques, le défrichage et les terrassements des plateformes des futures « zone Descenderie » et « zone Puits » qui permettront ensuite d'accueillir les opérations de creusement de Cigéo, si celui-ci est autorisé.

Les raccordements hors site

L'Andra doit également anticiper le raccordement de Cigéo aux réseaux extérieurs (électricité [voir encadré p. 18], eau, assainissement) ainsi que sa desserte. Sur ce dernier point, le site bénéficiera d'une connexion par rail pour acheminer les matériaux de construction, puis les colis de déchets radioactifs en phase d'exploitation, conformément à la demande exprimée lors du débat public de 2013 sur le projet.

« Les travaux sur le réseau ferré comprendront la remise en service d'une ligne désaffectée reliant Nançois à Gondrecourt, puis l'installation d'une nouvelle ligne sur un ancien tracé pour rejoindre Cigéo. » Côté routes, l'Andra financera la déviation de la RD 60-960, dont le tracé chevauche la future « zone Descenderie ». « D'autres possibles aménagements pour devancer l'augmentation de trafic ont par ailleurs été identifiés dans le cadre du contrat de développement du territoire [voir encadré page précédente]. »

Enfin, l'Agence doit prévoir l'ensemble des réseaux et routes à l'intérieur du site. Dans ce cadre, une liaison privative de 5 km reliera les deux installations de surface pour y acheminer les matériaux de construction et évacuer les déblais extraits lors du creusement. « Parmi les trois options proposées lors d'ateliers de concertation, les acteurs locaux ont retenu celle alliant un convoyeur à bandes au sol et une route », conclut Frédéric Marchal. •

Une étude d'impact au cœur des enjeux environnementaux de Cigéo

Document réglementaire indispensable dans le cadre de la demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo, l'étude d'impact environnemental est en cours d'élaboration. Elle permettra d'apprécier l'ensemble des conséquences associées au projet et de préciser les mesures pour les éviter, les réduire et, dans le cas où ce n'est pas possible, pour compenser les impacts résiduels.

« **M**i-2017, la première version de travail de l'étude d'impact de Cigéo était à trois quarts finalisée », estime Anne Norture,

pilote de la réalisation de cette étude recensant les conséquences sur tous les milieux (eau, air, sol) des installations créées (y compris les routes, les bâtiments annexes... soit 600 ha) pendant toute la vie du projet Cigéo. « Cette première version a été nourrie de deux rencontres avec les acteurs locaux. Elle devra ensuite être enrichie d'éléments encore non arrêtés ou d'études dont les résultats sont à venir pour fin 2017 ou 2018. »

L'étude d'impact environnemental s'avère en effet indispensable à de nombreuses procédures associées au projet Cigéo, et notamment au futur dépôt de la demande d'autorisation de création.

Réduire l'impact ou le compenser

« Cette étude est loin de se limiter à dresser une liste des impacts ; elle s'attache surtout à trouver des pistes pour en réduire les conséquences ou les compenser si l'option précédente n'est pas possible. »

En pratique, pour le milieu naturel par exemple, l'analyse de l'état avant travaux permet de recenser la faune, la flore, les habitats types... et parfois de revoir le projet si nécessaire. « Nous avons ainsi modifié la limite du périmètre initialement prévu de l'installation pour préserver une forêt de hêtres et de charmes d'intérêt écologique. » Pour autant, certains impacts s'avèrent inévitables, comme la destruction

de certains bois et prairies. « Nous mettons alors en place trois types de compensations : une compensation forestière, en finançant, par exemple, le réaménagement de forêts locales ; une compensation écologique, via des aménagements sur des sites de compensation comme des cavités et des nichoirs pour les chauves-souris et les oiseaux, afin que la faune perturbée par Cigéo puisse se développer à quelques kilomètres ; et une compensation de la filière agricole, via la participation à un fonds dédié et des projets qui restent à définir. »

Vision d'ensemble

Disposant d'une vision d'ensemble, l'équipe d'Anne Norture peut calculer les impacts cumulés de l'installation et des projets connexes. « Par exemple, en ce qui concerne le bruit, chaque unité affiche des niveaux inférieurs aux seuils, mais l'effet cumulé s'en approche. Nous avons donc demandé à chacun d'affiner ses hypothèses et de proposer, si nécessaire, des mesures correctrices comme des murs antibruit. » •



Observations et études faites dans l'environnement autour de Cigéo, dans le cadre de l'étude d'impact.



Se préparer d'ores et déjà à la réalisation de Cigéo

Mise en place d'une nouvelle organisation, anticipation des futurs besoins en compétences, passation de marchés pour la construction : l'Andra se prépare dès aujourd'hui à la phase de réalisation de Cigéo.

Dans cette dernière ligne droite avant le dépôt de la demande d'autorisation de création (DAC) de Cigéo, un autre chantier avance : celui de la préparation de la phase de construction du centre et de sa mise en service. « Aujourd'hui, nous sommes en phase d'avant-projet, nous nous appuyons sur des ingénieries spécialisées qui nous accompagnent dans la conception du futur centre de stockage. Demain, lorsque nous entrerons dans la phase de construction, nous devons nous doter de nouvelles compétences, mais aussi mettre en place une nouvelle organisation afin de nous entourer d'entreprises de réalisation et passer avec elles des marchés d'une nature très différente des marchés d'études de conception. Tout cela se prépare dès aujourd'hui », explique Nathalie Le Failler, en charge de ce sujet à l'Andra. Ce travail a démarré en 2015 via l'élaboration d'un schéma général de la future organisation et de ses grands principes. Un concept qui s'est affiné depuis : « Nous avons un peu évolué par rapport

à ce que nous imaginions au départ : nous pensions faire appel à une seule entreprise de creusement mais finalement, au regard de la durée de la construction, des déploiements successifs d'équipements – qui devraient s'étaler sur dix à quinze ans –, de la nature différente des ouvrages à construire (descenderies, galeries, alvéoles...), et donc des savoir-faire à mobiliser, nous envisageons finalement de répartir le chantier en plusieurs lots successifs confiés à plusieurs prestataires. »

Anticiper le besoin de nouvelles compétences

L'Andra ne construira donc pas elle-même, mais elle supervisera les chantiers avec l'aide des entreprises de réalisation, vérifiera que les exigences de sûreté sont bien respectées, et pilotera l'interconnexion des différents bâtiments. Pour autant, avec le début de la construction, l'Agence devra faire évoluer son organisation, car elle aura besoin de nouvelles compétences (des chefs de chantier par exemple). « Après l'obtention de l'autorisation de construction, nous allons passer d'une

phase d'études et conception à une phase de réalisation, confirme Fabrice Puyade, directeur des ressources humaines de l'Andra. Des métiers vont disparaître, d'autres vont se créer : il va donc falloir adapter notre organisation et procéder à des aménagements et des formations pour maintenir l'employabilité de nos salariés. » Autre axe de travail : préparer le recrutement sur le territoire en favorisant la formation professionnelle initiale (en alternance notamment) ou la reconversion de travailleurs locaux. « Nous souhaitons insérer durablement Cigéo dans la région, en offrant des emplois pérennes et en misant sur la formation. À terme, les salariés temporaires pourront soit être réemployés sur d'autres grands chantiers, soit être maintenus dans les effectifs locaux en charge de l'entretien du bâti », précise Fabrice Puyade.

Passation des marchés et développement économique et social

En parallèle, le département achats de l'Andra anticipe également ce passage d'une phase de conception à une phase de construction. « Nous avons mis sur pied une cellule prospective composée de deux groupes de travail, témoigne Julien Guilluy, adjoint du directeur achats et chef du service achats pour Cigéo : le premier est focalisé sur l'analyse technique (métiers, interface, temporalité, missions des prestataires), permettant de proposer un allotissement cohérent des futurs marchés. Cela permet également aux entreprises locales d'avoir accès plus facilement à nos commandes, notamment pour ce qui concerne les constructions de bâtiments conventionnels de surface ; le second porte sur la détermination des impacts contractuels, juridiques et assurantiels des marchés à piloter et la conséquence sur l'organisation de



Exposé sur les clauses sociales à l'occasion de l'édition 2017 de la journée « Achetons local ».



Campagne de reconnaissance archéologique préalable à l'implantation de Cigéo sur la « zone Descenderie ».

l'Andra en fonction de ses responsabilités. Il s'attache, entre autres, aux questions de propriété intellectuelle, anticipe les calendriers des autres grands chantiers comme le Grand Paris afin de s'assurer de la disponibilité du marché fournisseurs... »
 Il est en outre d'ores et déjà prévu que, dès que cela s'avérera possible, les marchés qui seront passés intégreront des clauses sociales, afin de favoriser par exemple le retour à l'emploi de chômeurs longue durée, ainsi que des clauses environnementales. « Nous organisons également des journées achats locaux. Elles nous permettent de présenter aux entreprises du territoire nos besoins à venir en termes d'ingénierie, de communication, de travaux ou de maintenance. Nous y associons aussi les fournisseurs majeurs comme les entreprises d'ingénierie Poma, Cegelec, Airbus ou Ingerop, afin qu'ils se joignent à cette démarche en sollicitant une sous-traitance locale. Demain, quand il faudra engager la construction, nous ferons de même avec de grands groupes spécialisés dans le domaine. »
 Par ailleurs, les aménagements préalables à la construction de Cigéo représentent une opportunité pour construire des parcours de retour à l'emploi, pouvant s'enchaîner ensuite avec le chantier proprement dit. •

ENERGIC S/T 52-55 : SIGNATURE D'UN PROTOCOLE DE COOPÉRATION AVEC L'ANDRA

L'association Energic S/T 52-55 et l'Andra ont confirmé et formalisé leurs engagements à travers la signature d'un protocole de coopération à l'occasion de la journée « Achetons local », mardi 10 octobre 2017, à l'Espace technologique du Centre de l'Andra en Meuse/Haute-Marne.
 Depuis 2007, l'Andra s'est mobilisée auprès de l'association Energic S/T 52-55 pour améliorer l'accès des entreprises locales aux consultations et appels d'offres lancés par l'Agence dans le respect des règles de la commande publique. Le protocole de coopération signé le 10 octobre marque une étape importante dans les relations avec les entreprises locales en précisant les modalités d'échange, entre l'Andra, l'Association et ses membres, en vue de préparer les entreprises de Meuse



et de Haute-Marne à l'arrivée de Cigéo sur le territoire. Il engage ainsi les parties à informer les entreprises sur les besoins de l'Andra, sur l'avancement du projet Cigéo et sur les modalités de consultation en faisant preuve d'une complète transparence sur les procédures d'appel d'offres.

Plus précisément, cette coopération permet :

- d'accompagner l'évolution des entreprises en matière de montée en compétences à travers la mise en place de formations ;
- d'augmenter leur chiffre d'affaires dans leurs métiers de base ;

- de soutenir des initiatives de regroupement en se structurant afin d'être en mesure de proposer une offre cohérente avec les besoins de l'Andra.

Le protocole d'accord formalise également la constitution d'un comité de pilotage qui sera chargé d'assurer sa mise en œuvre et son bon fonctionnement. Pour Energic, « cette collaboration souligne l'engagement des entrepreneurs locaux, qui voient en Cigéo une belle opportunité de développement économique pour ces prochaines années ».



OUVERTURE

Parlons des déchets radioactifs autrement

Attachée à élargir le dialogue avec la société civile autour de la question de la gestion des déchets radioactifs, l'Andra entreprend des démarches innovantes pour faire parler du sujet. Sur papier ou sur Internet, en vidéo ou sur scène, tour d'horizon des dernières actions de l'Agence.

Binôme, quand l'auteur rencontre le chercheur



L'été dernier, au Festival d'Avignon, plus de 70 personnes ont assisté à la première représentation de 500 mètres, une pièce de théâtre-fiction élaborée en partenariat avec l'Andra dans le cadre de Binôme.

Ce concept, développé par la compagnie de théâtre Les Sens des Mots, repose sur la rencontre de scientifiques

et d'auteurs, par binômes, afin de créer de courtes pièces de théâtre. Pour *500 mètres*, l'auteur, Yann Verburgh, s'est inspiré de ses échanges avec Émilie Huret, ingénieure géologue à l'Andra, afin d'imaginer et de mettre en scène une fiction sous la forme d'un huis clos se déroulant dans le Laboratoire souterrain de l'Agence. Après une première très bien accueillie au Festival d'Avignon, *500 mètres* a vocation à être jouée dans d'autres salles françaises. •



Plus d'informations sur : <http://www.lessensdesmots.eu/>

SCIENCETIPS, LA CULTURE SCIENTIFIQUE À PORTÉE DE CLIC

Scienctips, c'est la nouvelle newsletter gratuite de la société Artips qui vise à démocratiser l'accès à la culture scientifique en abordant le sujet de manière simple et ludique. À son lancement, l'Andra s'est associée au projet en tant que partenaire fondateur aux côtés du CNRS, du CEA, de l'Inserm, du CNES et d'Air Liquide. Chaque semaine, les abonnés à *Scienctips* reçoivent par e-mail deux histoires scientifiques décalées. Rédigées et validées par des spécialistes, ces newsletters sont enrichies d'illustrations, de vidéos et/ou d'animations ludiques. Des anecdotes sur les sujets de l'Andra sont proposées depuis le second semestre 2017. Les découvertes scientifiques et les notions fondamentales n'auront bientôt plus de secrets pour vous. •



S'inscrire à la newsletter : <http://artips.fr/Scienctips/>

REGARDS SUR LES DÉCHETS RADIOACTIFS



Chaque année, l'Andra organise le concours audiovisuel Regards sur les déchets radioactifs, afin de permettre à de jeunes réalisateurs de produire et de diffuser largement des courts-métrages abordant leurs points de vue sur le sujet.

Lauréat de l'édition 2017, *28, 78 ans*, le court-métrage conçu par Gaëtan Levillain et Sarah Vaillant, est une œuvre de science-fiction se déroulant dans un futur où l'État français a mis en place un « service écologique obligatoire » pour les jeunes diplômés en fin de scolarité. Le film a été présenté au grand public en octobre dernier, lors du festival Pariscience. •



Retrouvez le court-métrage sur : <https://www.youtube.com/watch?v=e8ld0L9rLz4>

DESSINE TA THÈSE

Alors que les vidéos de type « draw my life »⁽¹⁾ fleurissent sur Internet, la chaîne Youtube WeAreScience, spécialisée dans la vulgarisation scientifique, s'est emparée du phénomène pour créer un concept novateur : *Dessine ta thèse*. L'idée ? Raconter les travaux de recherche de jeunes doctorants de manière pédagogique à l'aide d'une caméra et d'un simple coup de crayon. Mathieu, doctorant Andra depuis 2015, a ainsi vu sa thèse expliquée dans un épisode de *Dessine ta thèse*. Son sujet : l'étude de la corrosion de l'acier des conteneurs de stockage de déchets de haute activité (HA) dans le futur stockage géologique Cigéo. •

(1) Courte vidéo dans laquelle une personne raconte sa vie en la dessinant.



La vidéo est à retrouver sur : <https://youtu.be/LKS1R8GBdnw>



Les questions de cette rubrique sont celles posées par les internautes sur les sites web de l'Andra.

Ouvrages de stockage du centre de stockage de l'Aube (CSA).



Est-ce qu'un centre de stockage est conçu pour résister à un tremblement de terre ?

Oui, les matériaux utilisés sont choisis pour leur capacité à résister à la fois aux effets du temps et aux conditions extrêmes. Par ailleurs, l'emplacement d'un centre de stockage est choisi au préalable dans une région non sismique.

Mon téléphone portable est-il radioactif ?

Non, il ne faut pas confondre : les téléphones portables n'émettent pas de rayonnements ionisants, mais des ondes

électromagnétiques. C'est pourquoi un téléphone en fin de vie ainsi que ses composants ne sont pas des déchets radioactifs.



Où sont les déchets radioactifs ?

90% des déchets produits sont peu radioactifs et à vie courte. Ils sont stockés dans des centres de stockage en surface gérés par l'Andra dans l'Aube et dans la Manche.

Les autres déchets, de faible activité à vie longue, d'un côté, et de moyenne activité à vie longue et de haute activité, de l'autre, ne peuvent pas être stockés en surface : des centres adaptés sont actuellement à l'étude (projets FA-VL et Cigéo). En attendant, ils sont entreposés le plus souvent sur leur lieu de production. Dans le cadre de sa mission de service public, l'Andra a également la charge d'établir tous les trois ans l'inventaire national des matières et déchets radioactifs sur le sol français. Pour en savoir plus, rendez-vous sur le site <http://inventaire.andra.fr/>.



Contactez-nous

Vous avez des questions sur la gestion des déchets radioactifs ou sur les activités de l'Andra ? Écrivez-nous à webcom@andra.fr





Source : Musée Curie (coll. ACJC) Conception graphique : excellentisme.com

MARIE

une femme au PANTHÉON 

CURIE



EXPOSITION AU PANTHÉON 8 novembre 2017 - 4 mars 2018

GRATUIT POUR LES MOINS DE 26 ANS*



www.paris-pantheon.fr

@leCMN

pantheondeparis

paris.pantheon

* Ressortissants ou assimilés de l'UE ou de l'EEE ou non ressortissants titulaires d'un titre de séjour ou visa de longue durée délivré par un de ces Etats.