

**FRANCE NATURE
ENVIRONNEMENT**

GERER LES DECHETS RADIOACTIFS : LES PROBLEMES DU STOCKAGE « CIGEO »

Webinaire FNE – 9 novembre 2022 – Dominique BOUTIN & Maxime PAQUIN



1- Rappel du principe et des caractéristiques de CIGEO

Partie qui se veut descriptive du projet

2- Les principaux problèmes que pose CIGEO

Partie présentant des éléments d'analyse critique



1- Rappel du principe et des caractéristiques de CIGEO

Le projet le plus important du continent européen



UNE GESTION DIFFERENTE SELON LE TYPE DE DECHETS

Des déchets plus ou moins dangereux à vie plus ou moins longue

	Déchets à très courte durée de vie (VTC) contenant des radionucléides de période < 100 jours	Déchets à courte durée de vie (VC) dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période ≤ 31 ans	Déchets à longue durée de vie (VL) dont la radioactivité provient principalement de radionucléides de période > 31 ans
Très faible activité (TFA)	GESTION PAR DÉCROISSANCE RADIOACTIVE	STOCKAGE DE SURFACE Centre industriel de regroupement, d'entreposage et de stockage	
Faible activité (FA)		STOCKAGE DE SURFACE Centre de stockage de la Manche et centre de stockage de l'Aube	STOCKAGE À FAIBLE PROFONDEUR À L'ÉTUDE
Moyenne activité (MA)			STOCKAGE EN COUCHE GÉOLOGIQUE PROFONDE EN PROJET (Centre de stockage Cigéo)
Haute activité (HA)		STOCKAGE EN COUCHE GÉOLOGIQUE PROFONDE EN PROJET (Centre de stockage Cigéo)	

Source : Etude d'impacts ANDRA – [Pièce 6 vol 2](#)



STOCKAGE EN PROFONDEUR POUR LES PLUS DANGEREUX

Brief centré sur CIGEO - 1/3 – analyse critique partie suivante



Source : Etude d'impacts ANDRA – [Pièce 6 vol 2](#)



STOCKAGE EN PROFONDEUR POUR LES PLUS DANGEREUX

Brief centré sur CIGEO - 2/3 – analyse critique partie suivante

- **LE STOCKAGE EN PROFONDEUR**
 - Solution retenue par les professionnels du secteur du nucléaire
 - Solution contestée
- **PRINCIPE « THEORIQUE » DU STOCKAGE EN PROFONDEUR**
 - La nature et l'épaisseur des couches géologiques ainsi que la profondeur de l'enfouissement sont telles que la radioactivité est contenue suffisamment longtemps pour ne plus être dangereuse
- **EN FRANCE : CENTRE INDUSTRIEL DE STOCKAGE GÉOLOGIQUE (CIGEO)**



STOCKAGE EN PROFONDEUR POUR LES PLUS DANGEREUX

Brief centré sur CIGEO - 3/3 – analyse critique partie suivante

• LES DECHETS HA ET MA-VL

- 4% des déchets radioactifs en volume
- 99% de la radioactivité de l'ensemble des déchets radioactifs
- 10 000 m³ de HA (inventaire de référence)
- 73 000 m³ de MA-VL (inventaire de référence)
- 225 000 colis
- $\approx 350^{\circ}$ C pour les HA les plus chaud (diminution dans le temps)

1 piscine olympique
=
2 500 m³

• DUREE DE VIE DES DECHETS HA ET MA-VL

- jusqu'à plusieurs centaines de milliers d'années

• ADAPTABILITÉ DE CIGEO : POTENTIELLEMENT D'AUTRES DÉCHETS RADIOACTIFS

- 126 386 m³ de nature et dangerosité diverses (inventaire de réserve)
- déchets d'éventuels nouveaux réacteurs



LES CARACTERISQUES DU PROJET

Les principales installations - 1/3 – analyse critique partie suivante

- **ANDRA = MAITRE D'OUVRAGE**
- **DIMENSIONS/CARACTERISTIQUES DU PROJET**
 - Enfouissement à 500 m sous terre
 - Plus de 270 Km de galeries (plus que le métro parisien)
 - Installations de surface sur potentiellement 721 ha (environ 1 000 stades de foot)
 - Emprise en surface avec restrictions d'usages des sols : plus de 30 Km² (environ Lille)
 - Pompage de l'eau et ventilation en permanence
 - 2 stations d'épuration, ≈ 200 000 m³* de stockage, 2 dispositifs (eaux de pluie ; eaux des galeries)
 - Besoin en eau : 500 m³/j en phase construction et 200 m³/j en fonctionnement (partie issue recyclage)
 - Température maximale des colis arrivants : 90° C (marge de 10° C max)

* : à confirmer



LES CARACTERISQUES DU PROJET

Les principales installations - 2/3 – analyse critique partie suivante

- **CALENDRIER DU PROJET (INCERTITUDES)**

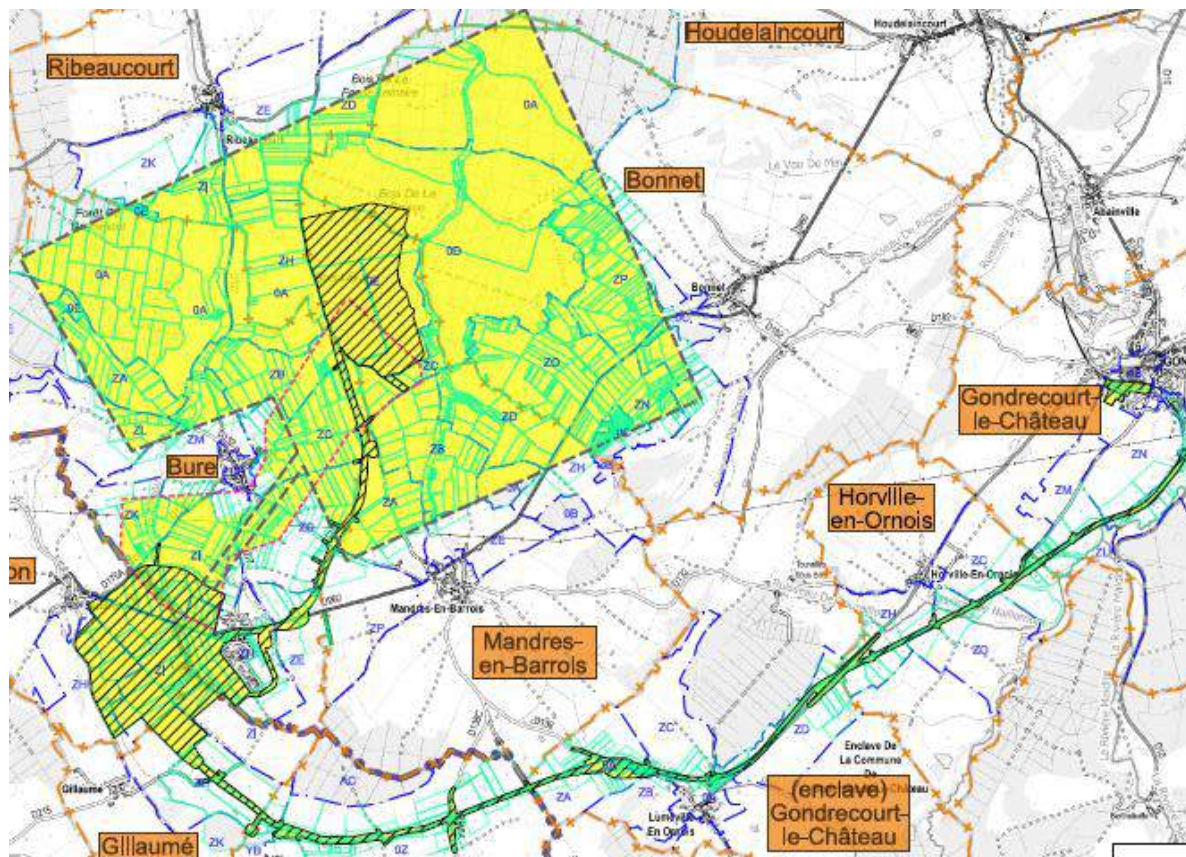
- Déclaration d'utilité publique (DUP) et opération d'intérêt national (OIN) : juillet 2022
- Dépôt de la demande d'autorisation de création (DAC) : fin 2022
- Si autorisation : phases aménagement & 1ères constructions vers 2025/2027 durant ≈ 20 ans
 - Travaux préalables possibles dès 2022 (déboisements, fouilles archéo.)
 - Test avec les 1ers colis vers 2035/2040
- Phase fonctionnement & suite construction
 - autorisation vers 2040/2050 : début du stockage de « façon continue »
 - début de stockage pour les déchets HA les plus chauds : vers 2080
 - durée : entre 100 et 150 ans (à confirmer)
- Fermeture définitive vers 2150 (à confirmer)
- Phase surveillance après fermeture définitive
- Dangerosité jusqu'à plusieurs milliers d'années

=> LE PLUS IMPORTANT PROJET EN TAILLE/TEMPS/DANGEROUSITE EN EUROPE, VOIRE MONDE



LES CARACTERISQUES DU PROJET

Les principales installations - 3/3 – analyse critique partie suivante



En surface (hachuré) :

- Installation terminale embranchée
- Zone Descenderie
- Poste électrique
- Zone Puits
- Liaison intersites

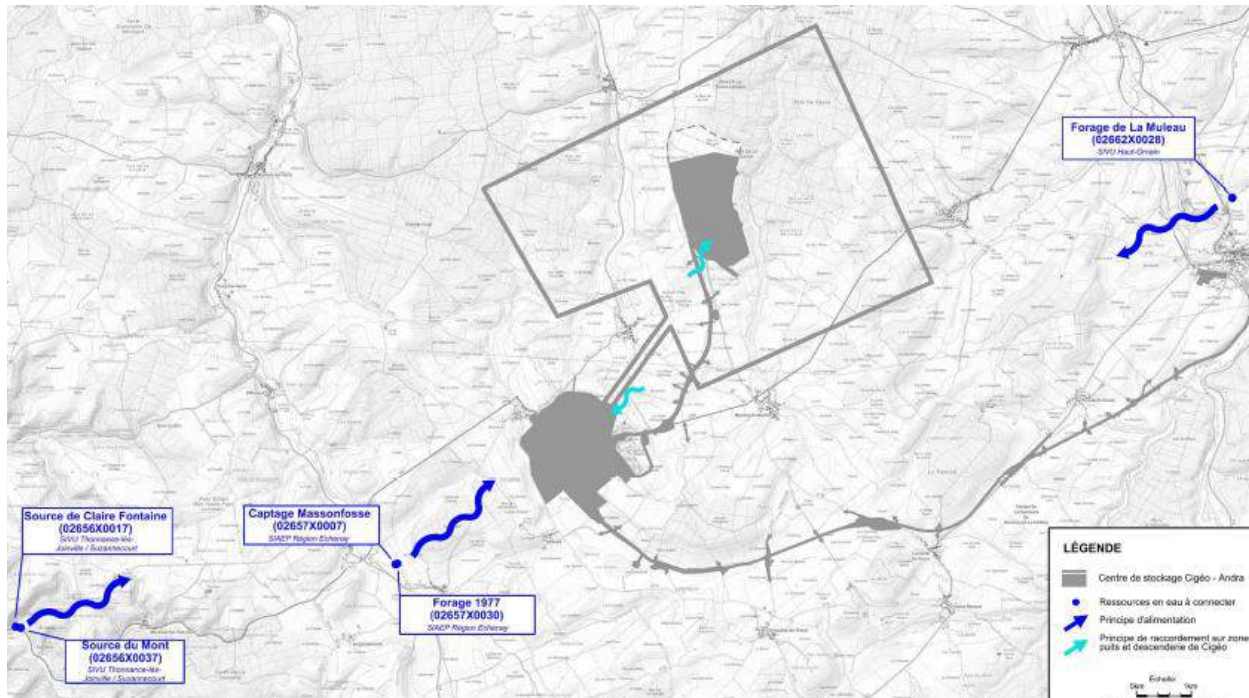
Sous terre (pointillé) :

- Galeries



LES CARACTERISQUES DU PROJET

Le système d'adduction d'eau – analyse critique partie suivante



Source : Etude d'impacts ANDRA – [Pièce 6 vol 4](#)

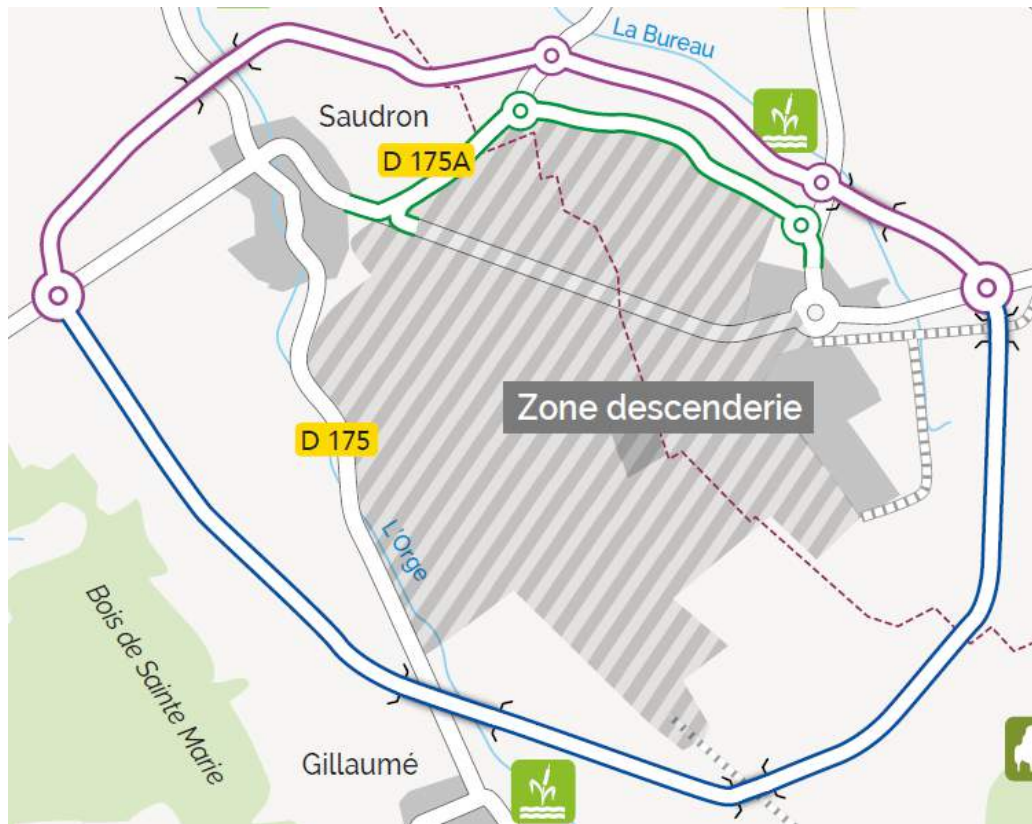
TRAVAUX PREVUS

- Peu d'informations
- A partir de 3 points de captages
- Environ 2 ha
- Creusements avec 100 000 m³ de déblais et 80 000 m³ de remblais



LES CARACTERISQUES DU PROJET

La déviation routière – analyse critique partie suivante



3 options en cours d'étude

- Option 1 "tracé de proximité"
- Option 2 "tracé élargi au nord"
- Option 3 "tracé élargi au sud"

LES CARACTERISQUES DU PROJET

La réhabilitation d'une voie ferrée existante – analyse critique partie suivante



Travaux prévus :

- 72 Km de nouveaux rails
- 60 000 traverses de béton et 45 000 tonnes de ballast neuf
- Majorité des 57 ouvrages hydrauliques à reconstruire
- Minimum de 16 ouvrages d'art sur 26 à rénover

Prévisions de circulation différentes selon sources et parties de documents (« estimés » vs « maximum »)

Phase construction CIGEO (10 à 15 ans)

- 6 trains / jour : fret Andra
- 2 trains / jour : céréales

Phase fonctionnement CIGEO (100 à 150 ans)

- 1 train / jour : déchets radioactifs
- 1 train / jour : matériaux Andra
- 2 trains / jour : céréales
- 8 puis 76 convois de déchets par an



LES CARACTERISQUES DU PROJET

Le transport des déchets jusque CIGEO – analyse critique partie suivante



Circulation

- Trains : nombre lié aux chiffres de la diapo. précédente ?
- ≈ 100 camions (Valduc – CIGEO)
- Pas d'info (Cadarache – Marcoule)
- Pas d'info (La Hague-Valognes) sachant que 150 000 colis seraient à expédier (70% de colis concernés par CIGEO)
- Sans compter tous les transports non directement liés à CIGEO mais liés à l'ensemble de la filière nucléaire



2- LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

Éléments d'analyse de FNE



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

ASSISE DE L'ANALYSE DE FNE

- **LE DROIT EUROPEEN**

- La directive de 2011 sur l'évaluation des incidences de certains projets (CIGEO en faisant partie)
- La directive cadre sur l'eau de 2000
- La directive Habitats-Faune-Flore de 1992

- **LES RAPPORT ET AVIS DES STRUCTURES REFERENTES EN MATIERE DE NUCLEAIRE**

- L'Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire (IRSN - expert public)
- L'Autorité de sûreté nucléaire (ASN - autorité indépendante)

- **L'AVIS DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE (Ae)**

- Autorité indépendante
- Donne des avis sur l'évaluation des impacts d'un certain nombre de projets
- [Avis sur Cigéo](#) (janvier 2021)



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

RAPPEL SUR L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

• DOUTES SUR LE RESPECT DE LA DIRECTIVE EUROPÉENNE DE 2011 NOTAMMENT

- **Article 3** : l'évaluation identifie/décrit/évalue les incidences notables directes et indirectes
- **Article 5** : informations sur le site / conception / dimensions / autres caractéristiques pertinentes du projet
- **Article 5** : Afin de veiller à l'exhaustivité et à la qualité de l'évaluation, le maître d'ouvrage s'assure qu'il est préparé par des experts compétents
- **Annexe IV 5** : évaluation des effets directs/indirects/secondaires/cumulatifs/transfrontaliers, à court/moyen/long terme, permanents/temporaires du projet
- **Annexe IV 8** : description des incidences liées aux risques d'accidents et/ou de catastrophes majeurs et des mesures pour les prévenir/atténuer et le détail de la préparation/réponse à ces situations d'urgence


• JURISPRUDENCE CJUE

- Un projet doit être appréhendé dans son ensemble, y compris en cas de fractionnement dans le temps et dans l'espace et en cas de multiplicité de maîtres d'ouvrage



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LA GEOLOGIE DU SITE -1/2

Epaisseur (ml)	Formation	Lithologie
0 à 4 m	Jurassique terminal et Crétacé indifférenciés	
20 à 140 m	Calcaires du Barrois	
≈ 110 m	Marnes du Kimméridgien	
≈ 280 m	Oxfordien carbonaté	
140 à 160 m	Callovo-Oxfordien (COX)	
> à 200 m	Dogger	

• UNE MODELISATION DES COUCHES GEOLOGIQUES

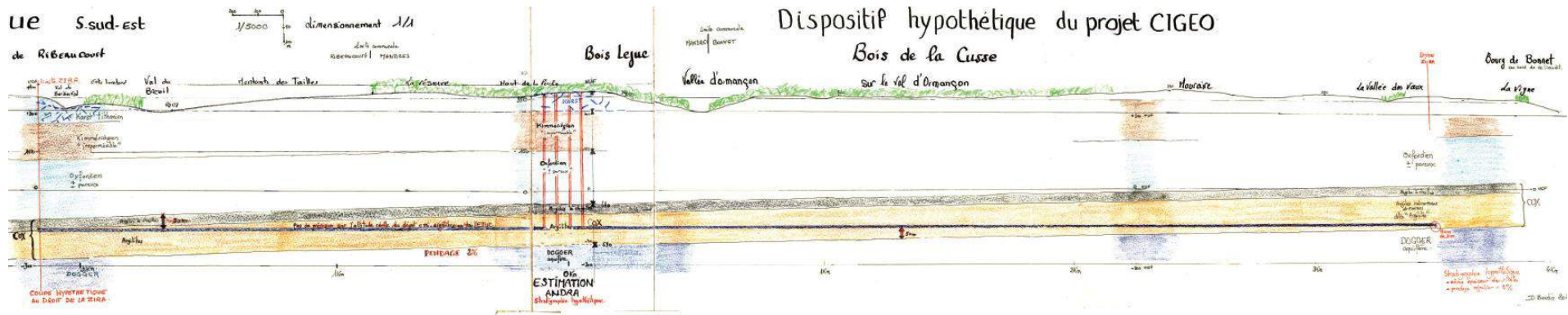
- Des forages limités pour étudier les couches géologiques
- Une modélisation faite d'approximation ([rapport IEER](#))
- Des informations non accessibles pour le public (et FNE)

• LA NATURE DE LA COUCHE GEOLOGIQUE

- Partie supérieure du COX n'est pas de l'argile (1/3 carbonates de calcium)
- Partie supérieure du COX n'est pas aussi imperméable (se dissout)
- Partie supérieure du COX = Une [roche qui explose](#) en contact flamme

LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LA GEOLOGIE DU SITE – 2/2



Source : Coupe réalisée par Dominique B.

- **L'ÉPAISSEUR DES COUCHES GÉOLOGiques**
 - Une épaisseur moindre (principe de 50 m d'épaisseur en dessous et au dessus respecté ?)
 - Un pendage des galeries (= galeries non horizontales pour « suivre » l'épaisseur de la couche)

⇒ UN « COFFRE FORT GÉOLOGIQUE » OU UNE « PASSOIRE A RETARDEMENT »



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LA NATURE ET LA QUANTITE DES DECHETS CONCERNES - 1/3

- **UN AVIS ASN ([1er/12/2020](#))**

- Les producteurs de déchets doivent démontrer leur capacité à produire, à conditionner et à acheminer les colis nécessaires à la confortation de la démonstration de sûreté
- La méthodologie pour établir les spécifications préliminaires d'acceptation de Cigéo n'est pas aboutie
- L'analyse est à actualiser

- **LE PROBLEME DES DECHETS « BITUMES » ([conclusion IRSN 2017](#) – Dossier Options de Sécurité -DOS-)**

- Nécessité d'un prétraitement pour éviter leur emballage thermique (incendie)
- Sinon, revoir significativement les concepts pour éviter la propagation d'un incendie
- NOTA : $\approx 18\%$ des colis qui iraient à CIGEO selon ASN



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LA NATURE ET LA QUANTITE DES DECHETS CONCERNES - 2/3

- **L'ARRÊT DU PROJET ASTRID**
 - Que va-t-il advenir des combustibles usés contenant du plutonium (une partie de l'inventaire de réserve) ?
- **L'ADAPTABILITÉ DU PROJET CIGEO (NOTAMMENT INVENTAIRE DE RESERVE)**
 - Entraîne modifications du projet => présenter plusieurs scénarios plausibles/contrastés des déchets à stocker + analyser les avantages/inconvénients durée de vie/environnement/sécurité + justifier le parti retenu (Ae : p. 30)
- **NOTE ANDRA / RAPPORT GOUVERNEMENT SUR LE NOUVEAU NUCLÉAIRE ([juil. 2021](#) / [fév. 2022](#))**
 - Possible de stocker les nouveaux déchets à CIGEO
 - Impacts sur la conception et dimensionnement / augmentation de l'emprise des installations / Impact radiologique augmenté
 - Report de la fermeture définitive
 - Coût à réévaluer



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LA NATURE ET LA QUANTITE DES DECHETS CONCERNES - 3/3

- **UNE VENTILATION POSSIBLE 24H SUR 24 H ?**
 - Chaleur et concentration d'hydrogène du fait de certains déchets
- **UNE EMPRISE QUI AUGMENTE**
 - Passage ≈ 15 Km² (débat public 2013) à ≈ 30 Km² (DUP)
 - Et demain ? Intégration de l'inventaire de réserve ? Des déchets issus du nouveau parc ?
- **QUID DE LA FREQUENCE DES TRANSPORTS (PHASE EXPLOITATION)**
 - Estimation à 2 convois/mois (débat public 2013) passée à 6 (DUP) selon certains chiffres, voire plus

=> DE QUEL PROJET EST-IL QUESTION ?

=> UN PROJET TRES EVOLUTIF

=> UN PROJET DUP SANS SAVOIR DIMENSIONS, NI QUANTITE DE DECHETS



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LES INSUFFISANCES DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE - 1/2

- **ETUDE D'IMPACT DITE « EVOLUTIVE » PAR L'ANDRA CAR DES ETUDES SONT ENCORE EN COURS**
 - Tracés/emplacements non connus pour déviation routière/canalisation d'adduction d'eau/poste électrique
 - Réhabilitation de la voie ferrée, ...
 - Multiples maîtres d'ouvrages et sous-traitants
- **L'Ae LISTE DE NOMBREUSES INSUFFISANCES NOTAMMENT SUR**
 - Biodiversité : Etat initial, identification complète des impacts et des mesures ERC (p. 22 à 24, 32)
 - Eau : Quantification/qualification des impacts et définition des mesures ERC (p. 17, 18, 40, 41)
 - Réévaluer l'enjeu de la nappe phréatique classée ressource à protéger «d'ultime recours», stratégie pour l'alimentation en eau potable (p. 17)
- **L'Ae POINTE DES SUJETS NON ETUDIES**
 - Activités de traitement/conditionnement/transport des déchets depuis les sites des producteurs (p. 8)
 - Transport & stockage de la partie des déblais prévue sur d'autres sites non encore identifiés (p.10)



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LES INSUFFISANCES DE L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE - 2/2

- **4 POINTS POUVANT MODIFIER LA CONCEPTION** ([Avis IRSN 2017 – DOS](#))
 - Optimisation de l'architecture pour éviter les transferts de radioactivité dans l'environnement
 - Moyens de surveillance mis en place lors de l'exploitation
 - Possibilité d'intervenir lors de situations susceptibles d'entraîner une contamination des infrastructures
 - Conséquences d'un incendie de colis de déchets bitumineux
- **L'Ae RECOMMANDE NOTAMMENT DE**
 - Produire, dès cette première version de l'étude d'impact, une première analyse des risques accidentels (p. 51)
 - Présenter, dès le dépôt de la demande de DUP, un programme détaillé d'études complémentaires de maîtrise des risques et de surveillance (p. 28)
 - Compléter le dossier par une évaluation des incidences environnementales/sanitaires à court/moyen/long termes liées aux fonctionnements en mode dégradé ou à des situations accidentelles (p. 33)
 - Présenter la surveillance à long terme (p.11)



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LA GEOTHERMIE

- **POTENTIEL GÉOTHERMIQUE DE « BONNE PRODUCTIVITÉ » CONNU DEPUIS 1979**
- **UN RAPPORT (2013) INDIQUE**
 - problèmes durant le forage qui n'ont pas permis d'effectuer toutes les mesures nécessaires
 - malgré tout « *les ressources géothermiques ../. dans la région de Bure peuvent aujourd'hui être exploitées de manière économique avec l'emploi de techniques et de matériel appropriés* »
- **L'Ae RECOMMANDE DE**
 - reprendre les études du potentiel géothermique avec pilotage par un groupe de géologues indépendants (p. 55)
- **GUIDE ASN (2008)**
 - les sites retenus ne devront pas présenter d'intérêt particulier pour la géothermie (p. 31)



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LE COUT DU PROJET & LES ALTERNATIVES

- **UN COUT VARIABLE**
 - Entre 13,5 et 16,5 milliards € (2003), 35,9 milliards € (2009), 34,5 milliards € (2014)
 - Arbitré par décret de 2016 à 25 milliards € pour le coût de construction et d'exploitation sur 140 ans
- **AVIS DU SGPI RATTACHE AU 1^{er} MINISTRE ([février 2021](#))**
 - Risque important de dérive des coûts de Cigéo qui remettrait en cause la pertinence de ce choix par rapport à l'entreposage à sec
- **LES RAPPORTS IRSN (2019)**
 - Sur les [alternatives à l'enfouissement](#)
 - Sur la [faisabilité de l'entreposage à sec](#)
- **LE PLAN DE RELANCE**
 - [Appel à projet](#) sur les alternatives à CIGEO



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LE FAISABILITE DU PROJET EN QUESTION – 1/2

- **DE NOMBREUSES CONCERTATIONS ET DEBATS PUBLICS**

- Projet imposé par la loi
- Jamais de remise en cause de l'opportunité du projet malgré les incertitudes et les oppositions
- [Situation dénoncée](#) par 3 des 5 membres de la commission du débat public de 2013
- 6 collectivités locales ont donné un avis négatif sur le dossier DUP, 9 un avis favorable avec des « réserves », 2 un avis favorable et 3 posent des « éléments préalables » ([préfecture de la Meuse](#))
- Inquiétudes des riverain.e.s (installations, voie ferrée, etc.) non prises en compte

- **DANS SON AVIS, l'Ae**

- note qu'une alternative au [projet de développement du territoire](#) en cours « *pourrait consister ../. à ne pas développer démographiquement le territoire potentiellement exposé aux risques sanitaires* »

=> La question de la dimension sociale est importante



LES PRINCIPAUX PROBLEMES QUE POSE CIGEO

LE FAISABILITE DU PROJET EN QUESTION – 2/2

- **LES RETOURS D'EXPERIENCES**

- Stocamine : incendie / reste 40 000 tonnes de déchets toxiques / [choix de les « confiner » de façon irréversible](#)
=> [recours juridique](#)
- Asse : infiltrations d'eau / choix d'extraire les 126 000 fûts radioactifs / coût entre 5 et 10 milliards €
- WIPP ([rapport IRSN](#)) : 2 accidents / fermé durant 3 ans / certaines galeries condamnées de façon irréversible

- **DANS SON AVIS, l'Ae**

- interroge sur la réversibilité de ce projet (p. 28)
- indique que la récupérabilité d'un colis accidenté n'est pas encore démontrée (p. 53)
- doute de la faisabilité de CIGEO (p. 29)



ELEMENTS DE CONCLUSION A CETTE ETAPE

- **LA CONCEPTION ET LES DIMENSIONS DE CIGÉO NE SONT PAS ARRÊTÉES**
- **ALORS QUE L'ÉVALUATION DE SES INCIDENCES ET DE SA SÛRETÉ EN DÉPENDENT**
- **LA MAÎTRISE DES RISQUES ET LES DISPOSITIFS DE SURVEILLANCE SONT INSUFFISANTS**
- **L'ANALYSE DES RISQUES ACCIDENTELS EST MANQUANTE**
- **SON COÛT EST SOUS-ESTIME**
- **SA FAISABILITÉ EST REMISE EN CAUSE**
 - => POURTANT, CIGEO EST DECLARE D'UTILITÉ PUBLIQUE DEPUIS JUILLET 2022**
- **ACTUELLEMENT PAS DE « BONNE » SOLUTION POUR GERER CES DECHETS**
 - => IL FAUT ARRÊTER D'EN PRODUIRE**



MOBILISATION DU MOUVEMENT FNE

- **BESOIN DE RELAI D'INFORMATIONS PAR LE MOUVEMENT FNE**
 - Débat public sur le nucléaire
 - Organiser des événements d'informations
 - Relayer les informations de FNE



Plus d'informations

- **France Nature Environnement** : [site Internet](#) et [note pour enquête publique DUP](#)
- **Bure Stop** : [site Internet](#)
- **Réseau Sortir du nucléaire** : [site Internet](#)
- **Global Chance** : [Etat des lieux des projets d'enfouissement des déchets radioactifs - Etude par pays](#)
- **Colloque au Parlement européen du 05/10/22** : [Replay](#)



*“ Lorsque l’Agence doit produire une analyse de sûreté globale,
l’arrangement des savoirs produits en un ensemble cohérent
montre néanmoins un certain bricolage”*

Rapport d’une thèse réalisée au sein de l’ANDRA

*“Le Conseil municipal sait que le village de Bure mourra,
écrasé par le rouleau compresseur qu’est l’Andra”*

Délibération du conseil municipal de Bure

Contact : nature@fne.asso.fr

