
Évaluation du programme de recherche de l'ANDRA concernant le site de Bure

Rapport de l'IEER préparé pour le CLIS

Arjun Makhijani, Ph.D.

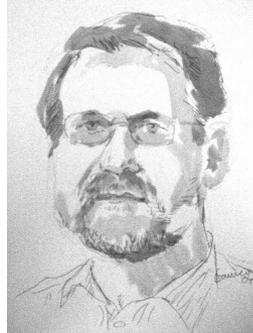
12 et 13 Sept. 2005

Institute for Energy and Environmental Research - www.ieer.org

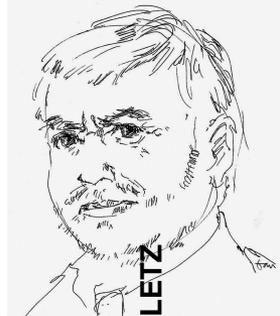
L'Équipe de l'IEER



DETLEF APPEL



Dr. GERHARD JENTZSCH



Dr. HORST LETZ



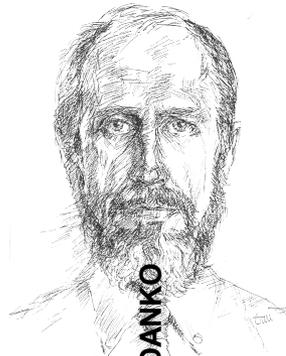
ANNIE MAKHIJANI



Dr. ARJUN MAKHIJANI



Dr. ROD EWING



Dr. GEORGE DANKO



Dr. YURI DUBLYANSKY

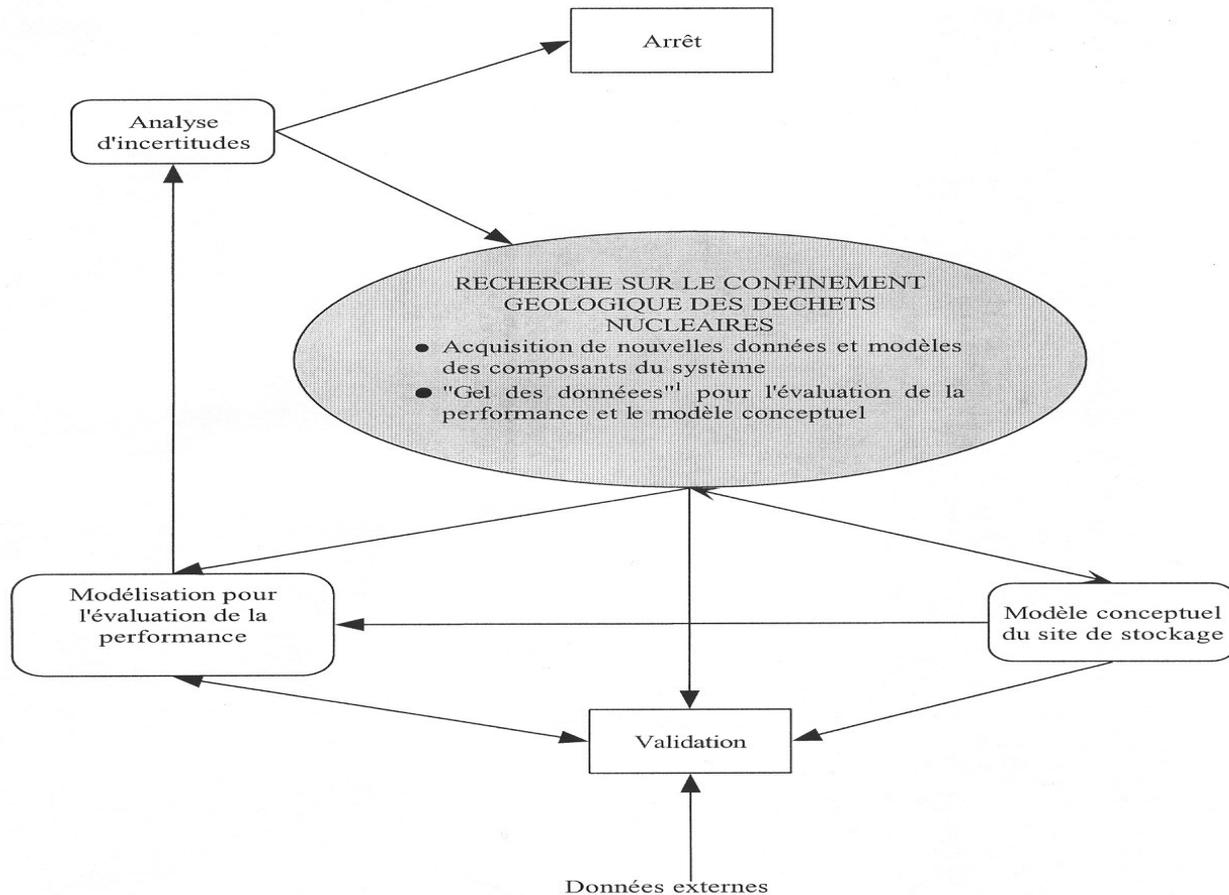


Dr. JAAK DAEMEN

Les critères principaux

- Le programme global permettra-t-il d'émettre des jugements scientifiques valides sur l'aptitude du site au confinement géologique?
- Des données détaillées précisées dans la Règle III.2.f sont les critères principaux d'évaluation.
- Critère de radioprotection dans la Règle pour évaluation de performance: limiter les doses à moins de 0,25 mSv par an.

Contexte d'évaluation de recherche



Conclusions scientifiques principales (globale)

- La recherche qui reste prendra un temps considérable.
- Dans l'état actuel de recherche un jugement sur la faisabilité de la construction d'un centre de stockage géologique à Bure est très prématuré.

Conclusions scientifiques principales (globale)

- ANDRA utilise des techniques de pointe dans quelques domaines, par exemple le recherche sur le changements climatiques, les essais dans le laboratoire sur la mécanique de roche, et la caractérisation du terme source;
- Le programme est satisfaisant en autres;
- Dans quelques cas, il est insuffisant, voir absent;
- Le scénario de défaillance des scellements indique une dépendance excessive sur un seul élément du système de confinement;
- Il reste une quantité considérable de travaux de recherche essentiels sur la roche hôte du site à effectuer

Défense en profondeur

- “Rappelons que pour une défense en profondeur pleinement **multi-barrières**, il est souhaitable que la barrière géologique (y compris les scellements de puits) soit redondante des barrières artificielles, en ce sens que l’ensemble des barrières artificielles limite l’impact radiologique à 0,25 mSv/an dans le cas d’une situation de court-circuit partiel de la barrière géologique (inventaire radiologique correspondant au maximum à un module de stockage), tandis que l’effet de la barrière géologique doit permettre de limiter l’impact à 0,25 mSv/an pour l’ensemble de l’inventaire stocké pour les autres situations.”
- *ANDRA Scellement 2001*

Exemples des éléments essentiels incomplets

- Recherche sur les scellements à l'intérieur de la roche hôte après une caractérisation *in situ* de cette roche;
- Caractérisation des petits réseaux fracturés et des plans de stratification qui pourraient être importants pour la création d'une évaluation réaliste de l'EDZ;
- Production de gaz en relation avec les fractures;
- De nombreuses composantes de la recherche sur la mécanique des roches et la charge thermique (voir conclusions et recommandations pour les chapitres 2 et 3);
- Le couplage des fractures induites par l'EDZ avec les fractures naturelles, et dans celui du terme source avec la géochimie en champ proche;
- La conductivité thermique, une des caractéristiques la plus importante du site thermophysique, n'a pas été proprement définie.

Qui sera protégé?

- L'ANDRA déclare que la protection des adultes est suffisante pour assurer celle des enfants puisque leur consommation est moindre.
- Mais les calculs de l'IEER montrent que les risques encourus par les enfants sont, en général plus élevés, même si l'on tient compte des différences dans le taux de consommation

Fermier en autarchie: ratio de doses aux enfants à dose aux adultes

| | EPA Handbook | | UNSCEAR 1993 | |
|--------|--------------|------|--------------|----------|
| | 0-5 | 5-15 | Infants | Children |
| I-129 | 7.79 | 7.35 | 5.31 | 6.10 |
| Pu-239 | 5.50 | 3.25 | 3.15 | 2.84 |

Assumptions:

- Niveau de consommation selon EPA Exposure Factors Handbook et UNSCEAR 1993
- Morbidity Risk per Bq taken from FGR 13 (2002 CD Supplement)
- Transfer factors from well/drinking water to plants, meat, and milk taken from ResRad output

Details : Consommation (kg/an)

| | EPA Handbook (1987-88 Survey) | | | UNSCEAR 1993 | | |
|----------------------|-------------------------------|-------|-------|--------------|----------|-------|
| | 0-5 | 5-15 | >20 | Infant | Children | Adult |
| Fruit, Veg., & Grain | 144.9 | 194.8 | 196.4 | 105 | 200 | 310 |
| Leafy Veg. | 2.9 | 8.4 | 16.8 | 20 | 40 | 60 |
| Meat | 12.0 | 23.5 | 29.0 | 15 | 35 | 50 |
| Milk | 126.7 | 127.8 | 63.9 | 120 | 110 | 105 |
| Water | 222.7 | 312.1 | 511.0 | 150 | 350 | 500 |

Details : Transfer Factors

| | I-129 | Pu-239 |
|----------------|-------|-----------------------|
| Non-Leafy Veg. | 0.350 | 1.657 |
| Leafy Veg. | 1.660 | 0.348 |
| Meat | 1.252 | 0.0179 |
| Milk | 2.627 | 2.64×10^{-4} |
| Water | 1.00 | 1.00 |

Modèle conceptuel d'un transport par diffusion

- Une recherche minutieuse des fractures de faible taille à l'intérieur de la roche hôte et des fractures importantes avec un faible rejet vertical, qui sont difficiles à détecter, n'a pas encore été suffisamment étudié dans la roche hôte. La présence et l'importance hydraulique de ces fractures ne peut être exclue tant que des recherches plus précises n'ont pas été achevées. De telles fractures pourraient affecter directement la conductivité hydraulique et peuvent être reliées à l'EDZ.
- Il est important de mettre en œuvre tous les moyens possibles pour arriver à une compréhension approfondie de l'EDZ, de son comportement et de ses caractéristiques, notamment de son évolution dans le temps. Il serait très souhaitable que l'ANDRA s'engage sur un programme prolongé d'essais géomécaniques *in situ*.

BEIR VII Overview

| | Males | Females | Ratio | Average |
|------------------|-------|---------|-------|---------|
| Incidence, all | 900 | 1370 | 1.52 | 1135 |
| Mortality, all | 480 | 660 | 1.38 | 570 |
| Incidence, solid | 800 | 1300 | 1.63 | 1050 |
| Mortality, solid | 410 | 610 | 1.49 | 510 |

Scénario d'évolution altérée et les doses

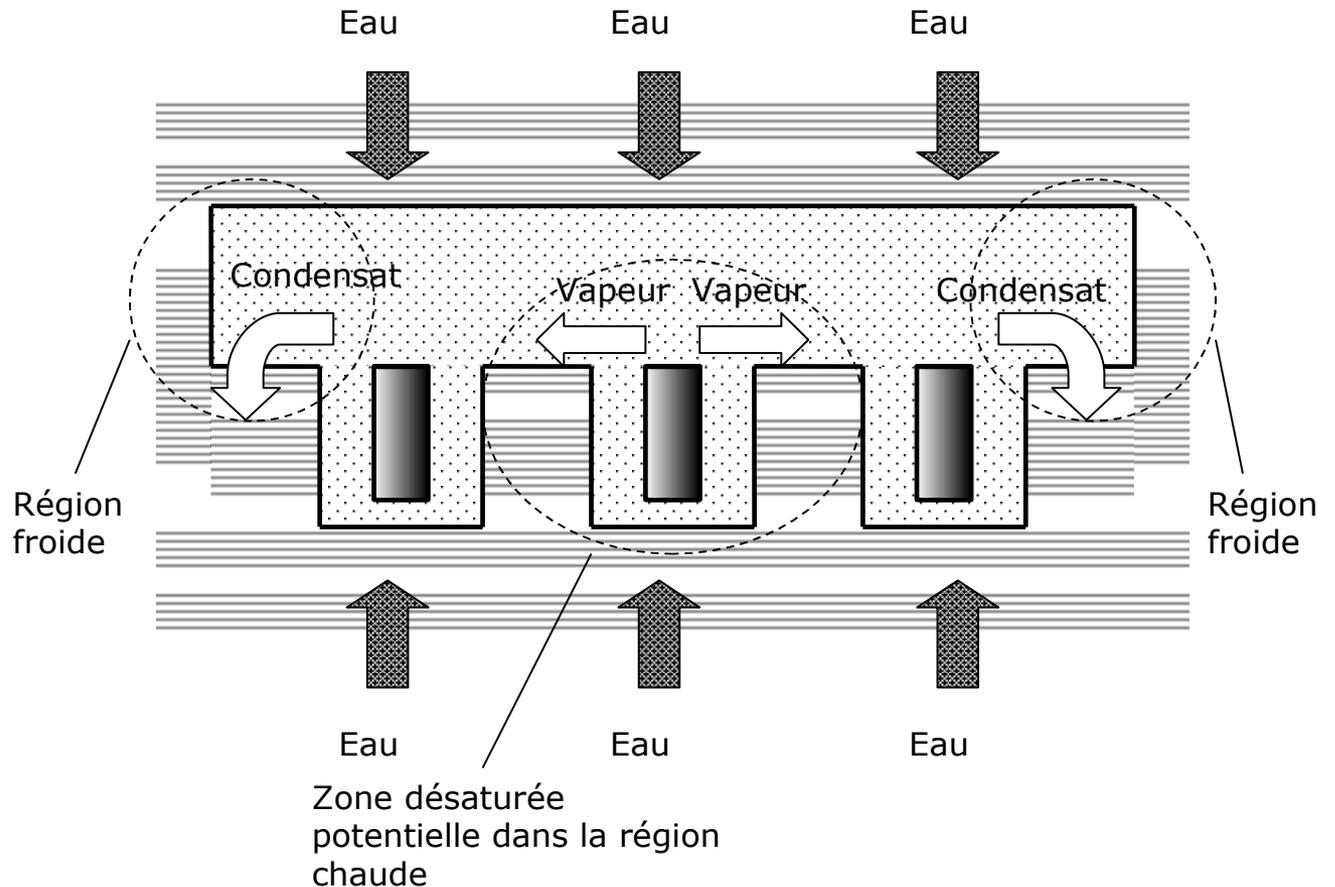
Dans le «scénario d'évolution altérée» l'ANDRA fait l'hypothèse d'une défaillance des scellements. Les calculs indiquent que la recommandation de limite de dose effective de 0,25 mSv par an serait largement dépassée dans certains cas (chlore 36 à 3 mSv par an, et l'iode 129 à 15 mSv par an). Les doses relativement élevées dues à l'iode 129 pourraient intervenir au cours d'une période située entre ca. 20 000 et 100 000 ans ou plus après la fermeture du site de stockage.

Colis de déchets, l'EDZ et essai *in situ* de scellement

- **Recommandation:** Développer des modèles conceptuels alternatifs et éventuellement d'inclure des conteneurs de déchets qui sont beaucoup plus durables que ceux actuellement prévus.
- **Recommandation:** Il est essentiel qu'un essai de scellement soit effectué *in situ*, en utilisant les technologies et les matériaux qui sont réellement prévus pour la fermeture finale de l'installation de stockage.

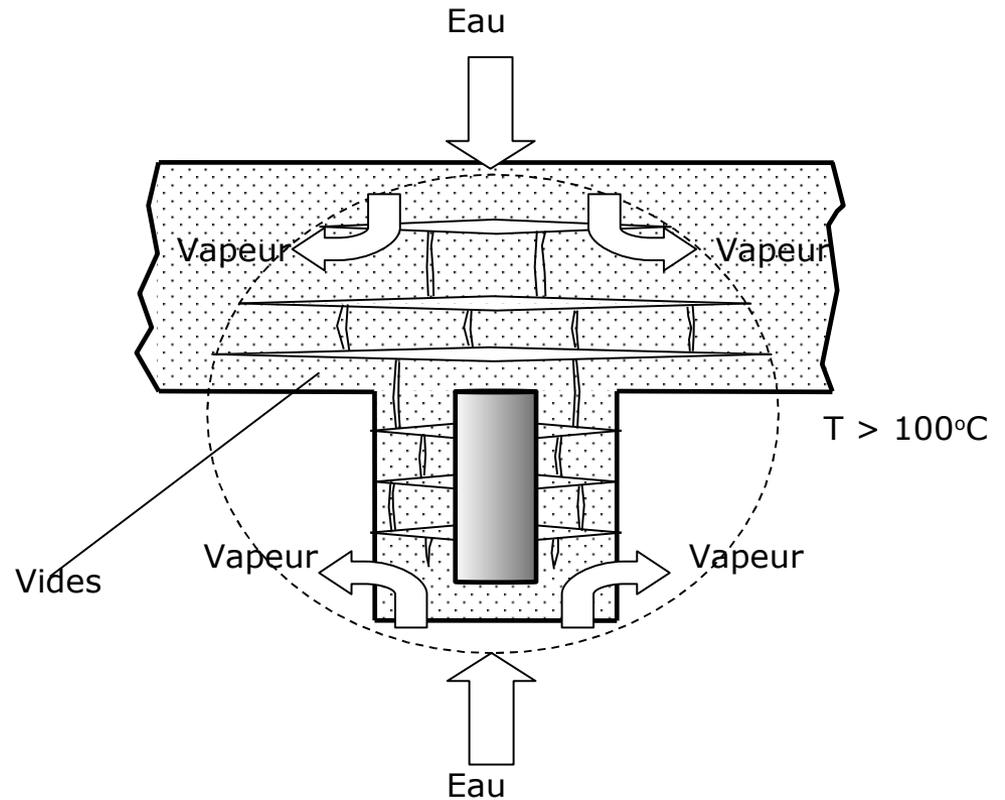
Aspects thermiques – local and global temperatures

Schéma conceptuel des circulations des condensats eau-vapeur dans un système, fermé à température variable



Aspects thermiques – Slide 2

Vides de construction dans le remblayage sec



Aspects thermiques - Recommendations

- Conduire une caractérisation plus détaillée du site de Bure concernant les propriétés thermophysiques, particulièrement celles des alvéoles dédiées au combustible utilisé.
- Inclure les propriétés thermophysiques et la vérification du modèle thermique dans les essais de chauffage *in situ* à grande échelle sur le site de Bure.



Recherches sur le changement climatique spécifiques au site

- Un besoin de recherche tout particulier est nécessaire pour l'élaboration de l'impact régional des changements de la CTH induits par des phénomènes naturels et anthropiques.

Lacunes principales

- Plusieurs années de recherche dans la roche hôte seront nécessaires pour avoir une compréhension spécifique du comportement de l'EDZ et les aspects thermiques
- Un programme de recherche détaillé sur les barrières artificielles pour s'assurer qu'elles puissent, à elles seules, limiter l'impact radiologique à 0,25 mSv par an
- Un concept de redondance pour assurer que les autres barrières pourront limiter, à elles seules, limiter l'impact radiologique à 0,25 mSv par an
- L'adoption d'une conception de radioprotection qui protégerait les populations les plus vulnérables: les enfants et les femmes enceintes