

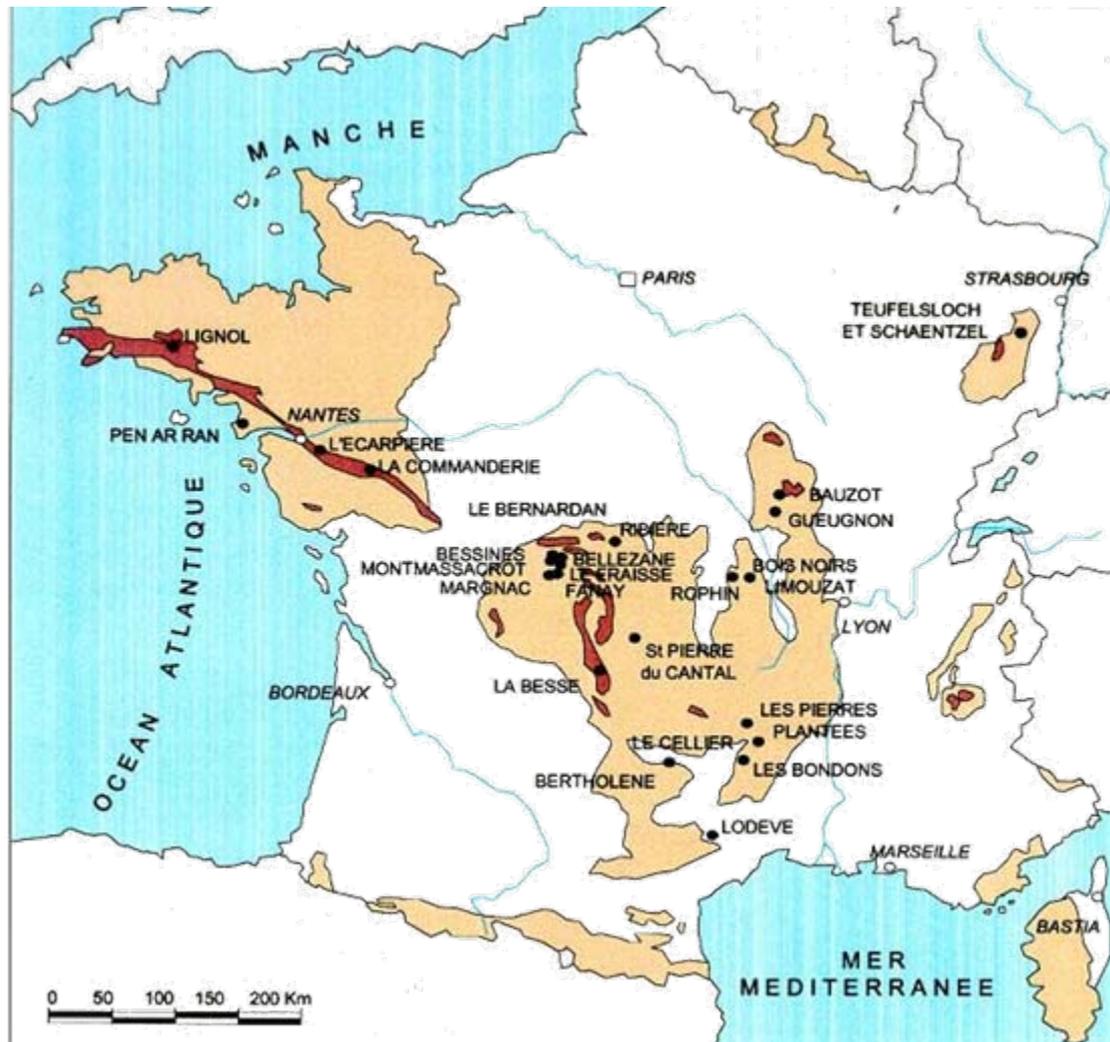


Evaluation des impacts potentiels des anciens sites miniers uranifères français sur les écosystèmes

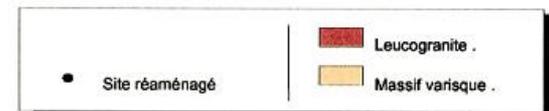
Audrey GIBEAUX ●
Direction de l'Après Mines – Business Group Mines

Vannapha PHROMMAVANH, Michaël DESCOSTES ●
Direction de la R&D – Business Group Mines

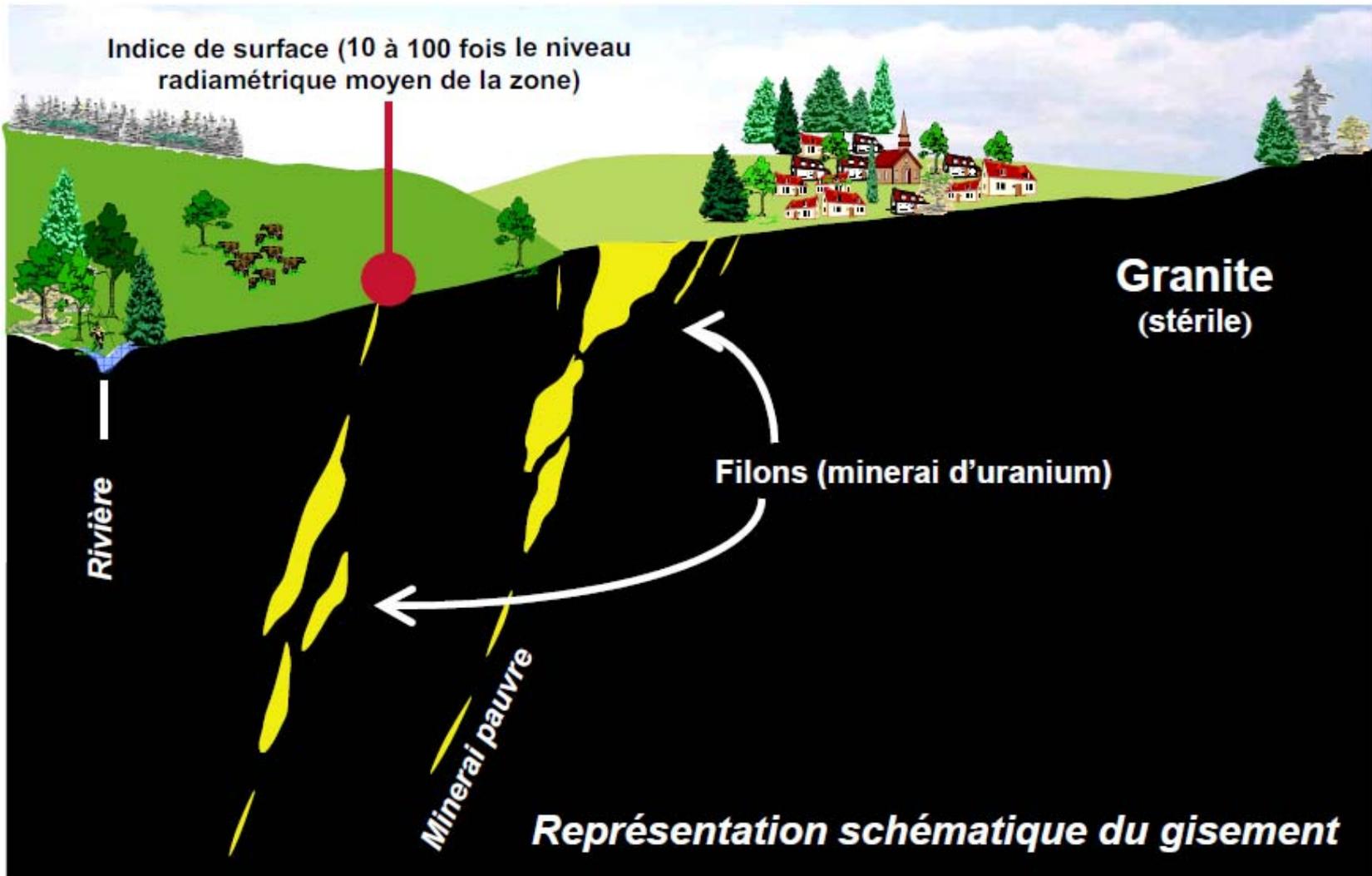
Exploitation minière de l'uranium en France



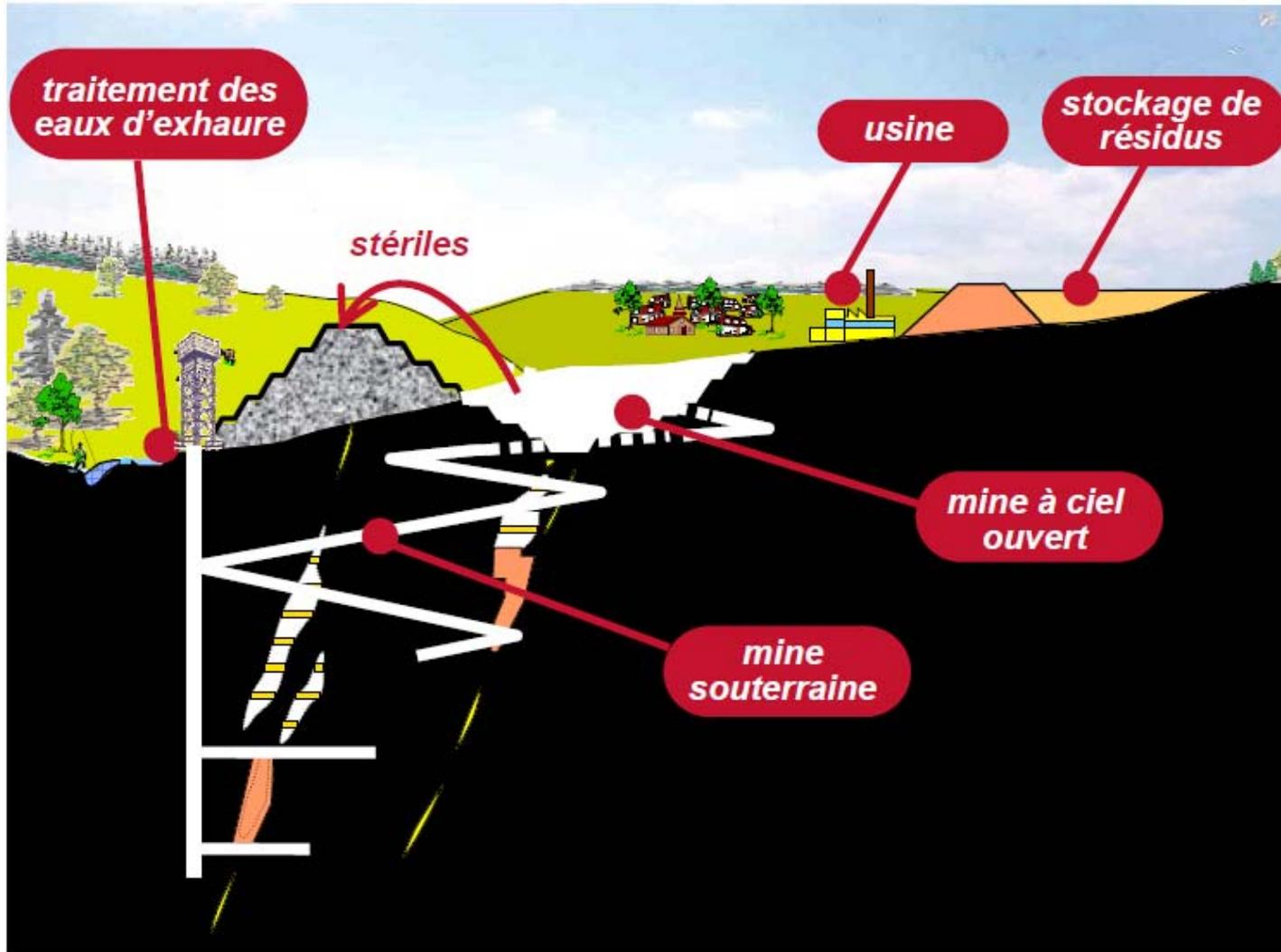
- ▶ De 1950 (Henriette, Haute-Vienne) à 2001 (Jouac, Haute Vienne)
- ▶ 250 sites répartis sur 26 départements et 12 régions
- ▶ 80 000 tonnes d'uranium produites



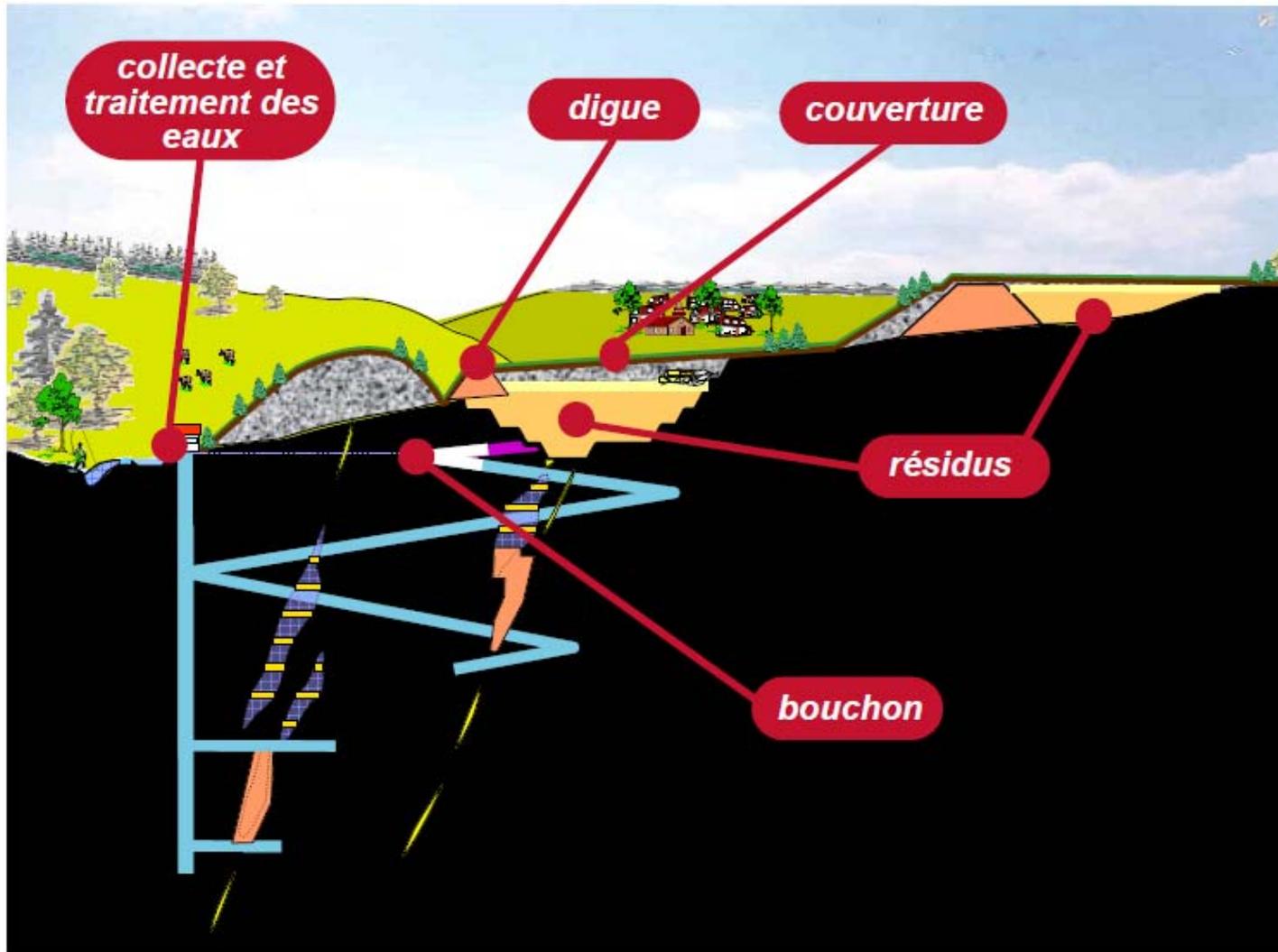
Un site minier avant l'exploitation



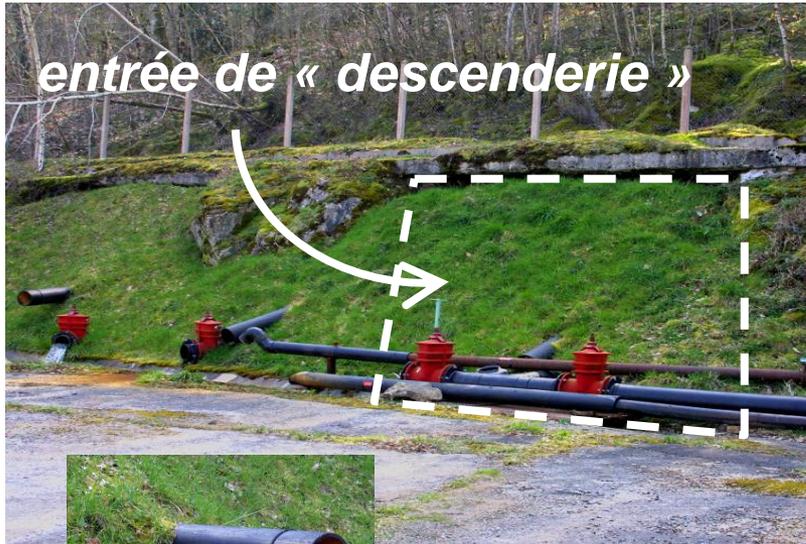
Un site minier en exploitation



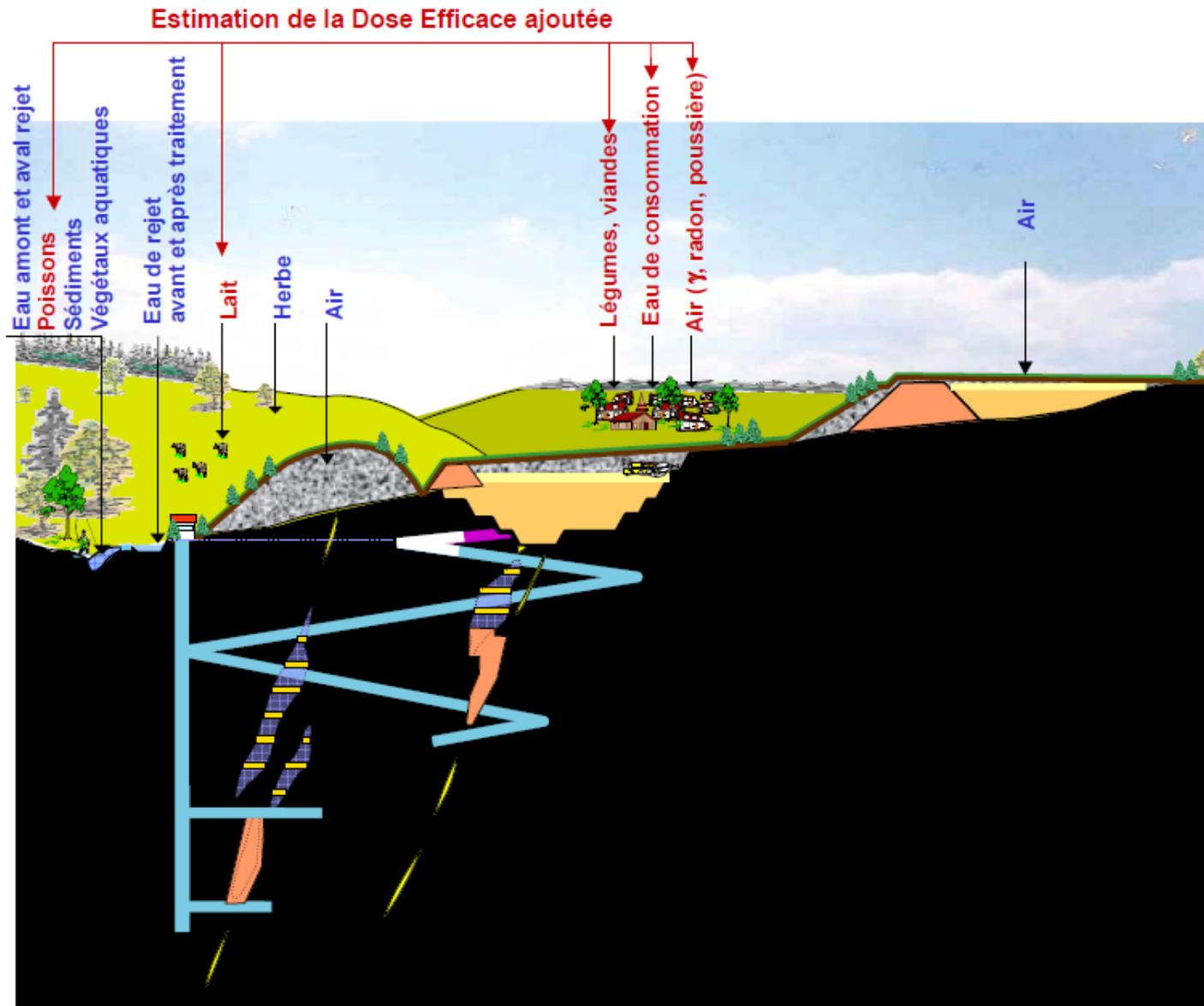
L'après-mine: gestion des eaux et surveillance environnementale (1/2)



L'après-mine: gestion des eaux et surveillance environnementale (2/2)



La surveillance environnementale





- ▶ **Groupe d'Expertise Pluraliste sur les sites miniers d'uranium du Limousin (GEP Limousin)**
 - ◆ créé en 2006 par le Ministère de l'Environnement et l'ASN
 - ◆ rapport final rendu en septembre 2010

- ▶ **Evaluation des impacts potentiels des anciens sites miniers étendue aux impacts radiologiques et chimiques sur les écosystèmes**

- ▶ **Conclusions des travaux menés sur le cas particulier du Ritord (Haute-Vienne) :**
 - ◆ « Les résultats obtenus pour la zone d'étude permettent de conclure que le risque radiologique est négligeable pour l'écosystème considéré. » (GEP, 2010)
 - ◆ « Les résultats obtenus à partir des hypothèses retenues sont entourés d'une forte incertitude qui n'a pas permis d'écarter un risque chimique pour l'écosystème aquatique. » (GEP, 2010)

Recommandations du GEP Limousin

- ▶ **Recommandations du GEP Limousin (septembre 2010):**
 - ◆ **Approche calculatoire: mettre en œuvre une évaluation des impacts radiologiques et chimiques sur les écosystèmes autour des anciens sites miniers**
 - Considérer toutes les substances chimiques d'intérêt (U, Al, Ba...)
 - Développer un programme de R&D visant à modéliser la spéciation et à évaluer la fraction labile (a priori biodisponible) de ces substances
 - ◆ **Approche naturaliste:**
 - Caractériser les écosystèmes récepteurs autour de chaque site
 - Mettre en œuvre une surveillance des écosystèmes et des habitats destinée à s'assurer que les effets des sites uranifères sont faibles, aussi bien sur l'environnement que sur la santé des espèces
- ▶ **PNGMDR 2 (2010-2012): reprise de certaines de ces recommandations**
- ▶ **AREVA: depuis fin 2010, intégration de ces 4 points dans le programme de R&D sur les problématiques environnementales liées à l'après-mine**

Evaluation des impacts chimiques sur les écosystèmes – U, Al, Ra, Ba (1/2)

► Approche calculatoire:

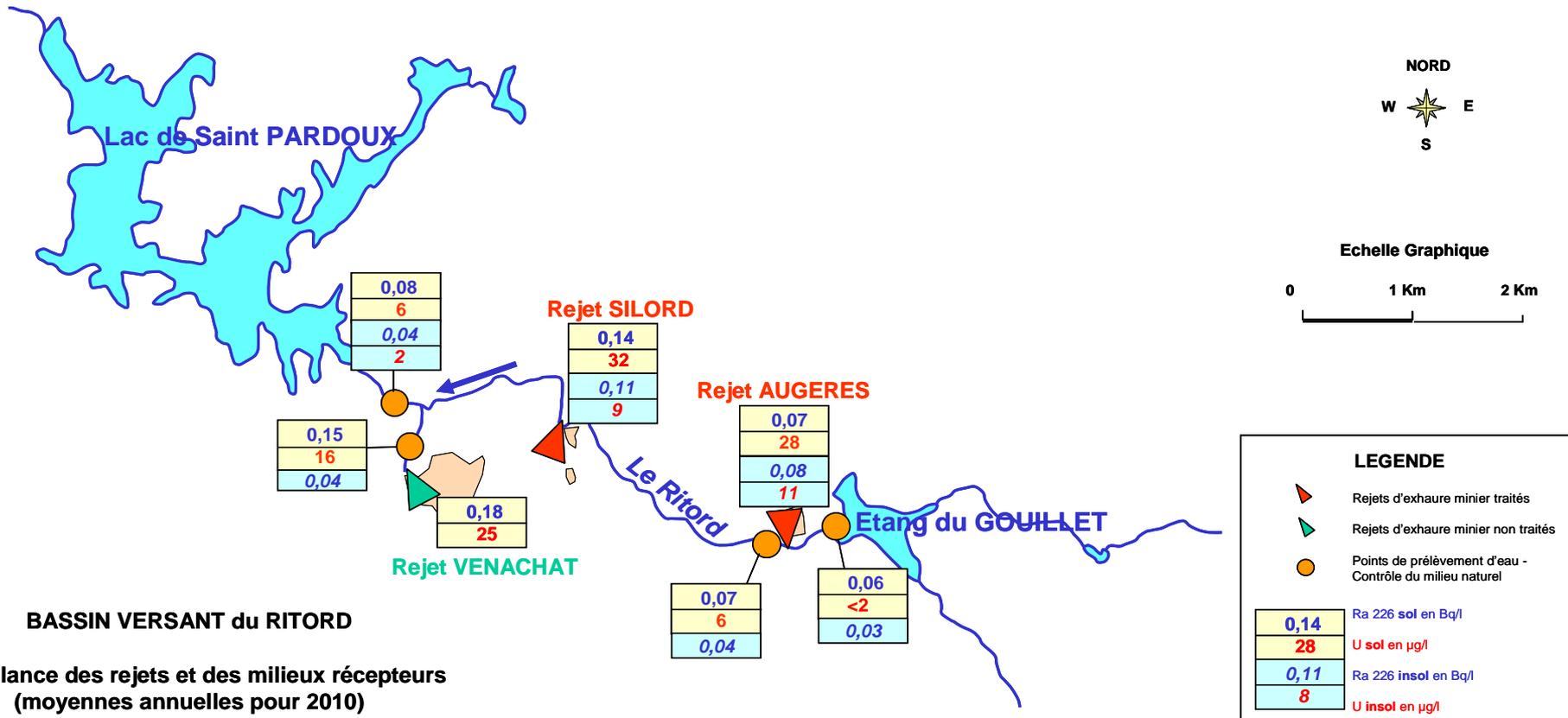
$$\text{Calcul d'un indice de risque} = \frac{\text{Valeur d'exposition}}{\text{Valeur de seuil sans effet}}$$

Dans la pratique → $\frac{\text{Concentration}}{\text{PNEC ou NQE}}$ (hypothèses conservatrices)

- ◆ PNEC: Predicted No Effect Concentration / concentration prévue sans effet
- ◆ NQE: Norme de Qualité Environnementale

► Menée sur le cas spécifique du Ritord

Présentation du cas du Ritord



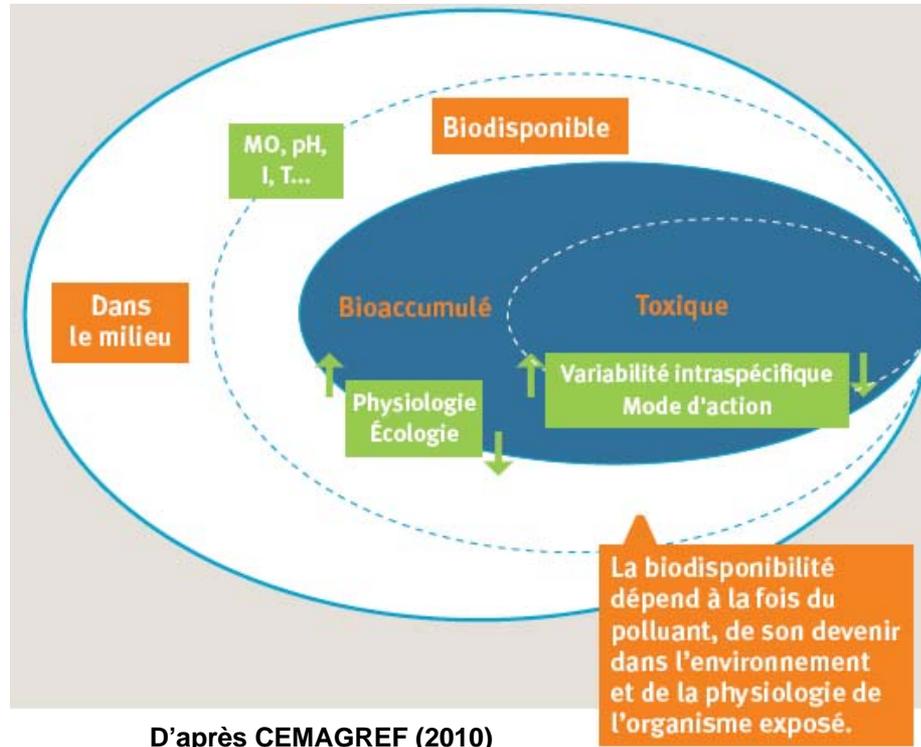
Evaluation des impacts chimiques sur les écosystèmes – U, Al, Ra, Ba (2/2)

	Concentration / activité	Ra sol. (Bq/l)	Ba (µg/l)	U sol. (µg/l)	Al (µg/l)
Sur site	Limites de rejet	0,25	-	100	-
	Avant traitement	0,82 ¹		80 ¹	
	Au rejet	0,07 ¹	245 – 394 ²	30 ¹	51 – 93 ²
Dans le Ritord	Amont d'Augères	0,06 (max 0,12) ¹	12 – 148 ²	1,5 (max 2) ¹	48 – 120 ²
	Aval d'Augères	0,07 (max 0,13) ¹	126 – 257 ²	8,1 (max 15) ¹	41 – 90 ²
	En incrément du fond géochimique	0,01 (max 0,04) ¹	109 – 135 ²	6.6 (max 13) ¹	0
	PNEC ou NQEp	-	58	5 (0,3 ?)	50 (0,06 ?)
	Concentration (aval – amont) / PNEC ou NQEp	-	~ 2	1,3	0

¹ Moyennes de l'année 2010 issues du suivi mensuel réalisé par AREVA

² Données issues de 3 campagnes de mesures réalisées par Pe@rL en juillet, août et septembre 2009

Concentration en éléments dissous dans le milieu versus écotoxicité



- ▶ **Biodisponibilité d'une substance chimique : part de cette substance capable d'interagir, dans le milieu, avec les organismes vivants**
- ▶ **Dépendante des caractéristiques physico-chimiques du milieu: pH, carbonates, dureté, matière organique...**

Programme de R&D sur l'évaluation de la biodisponibilité des métaux d'intérêt (1/2)

▶ 1^{ère} étape: étude bibliographique (2011)

- ◆ **Notion de biodisponibilité et liens entre spéciation, biodisponibilité, toxicité et autre notions associées**
- ◆ **Evaluation de la biodisponibilité: recensement des différentes approches calculatoires**
 - modèle de l'ion libre
 - Gill Site Interaction Model
 - modèle du ligand biotique
 - modèles de spéciation
- ◆ **et expérimentales**
 - électrodes ioniques sélectives
 - méthodes de voltampérométrie
 - méthodes de complexation
 - échange d'ions
 - méthodes de séparation selon la taille
 - gradient de diffusion en couche mince (DGT)
 - méthodes biologiques ou chimiques et biologiques

Programme de R&D sur l'évaluation de la biodisponibilité des métaux d'intérêt (2/2)

► 2^{ème} étape: mise en œuvre de 3 méthodes sur 2 sites (2011-2012)

- Etudier la faisabilité d'une mesure directe dans le cadre d'un déploiement industriel
- Analyser sa fiabilité par intercomparaison

◆ 3 méthodes:

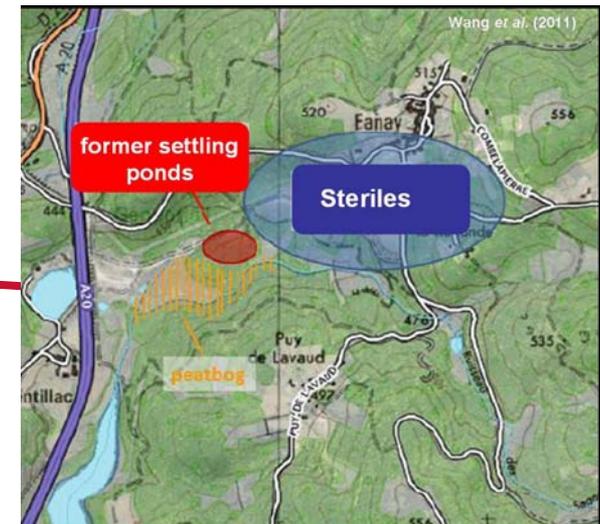
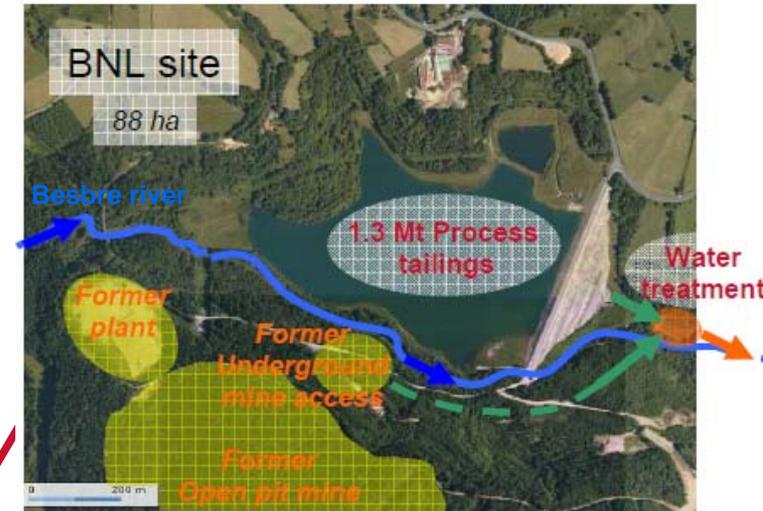
- 2 méthodes expérimentales: DGT et ultrafiltration
- 1 méthode calculatoire: modèle de spéciation

◆ 2 sites:

- rivière la Besbre en aval du site des Bois Noirs (Loire) – eau et sédiments
- tourbière des Sagnes en aval du site de Fanay (Haute-Vienne) – eau et sol dans un environnement riche en matière organique

◆ éléments: U, Ra, Al, Ba, Mn...

◆ résultats en cours d'acquisition





- ▶ **4 recommandations du GEP intégrées dans un programme de R&D**
- ▶ **sujet complexe abordé étape par étape**
- ▶ **déploiement de méthodologies rigoureuses**