

MessaGes #1

Exploitation par récupération *in situ*

12 avril 2019

- Enjeux environnementaux et sociétaux



The Kapunda copper ISR project

From Seredkin et al., 2016

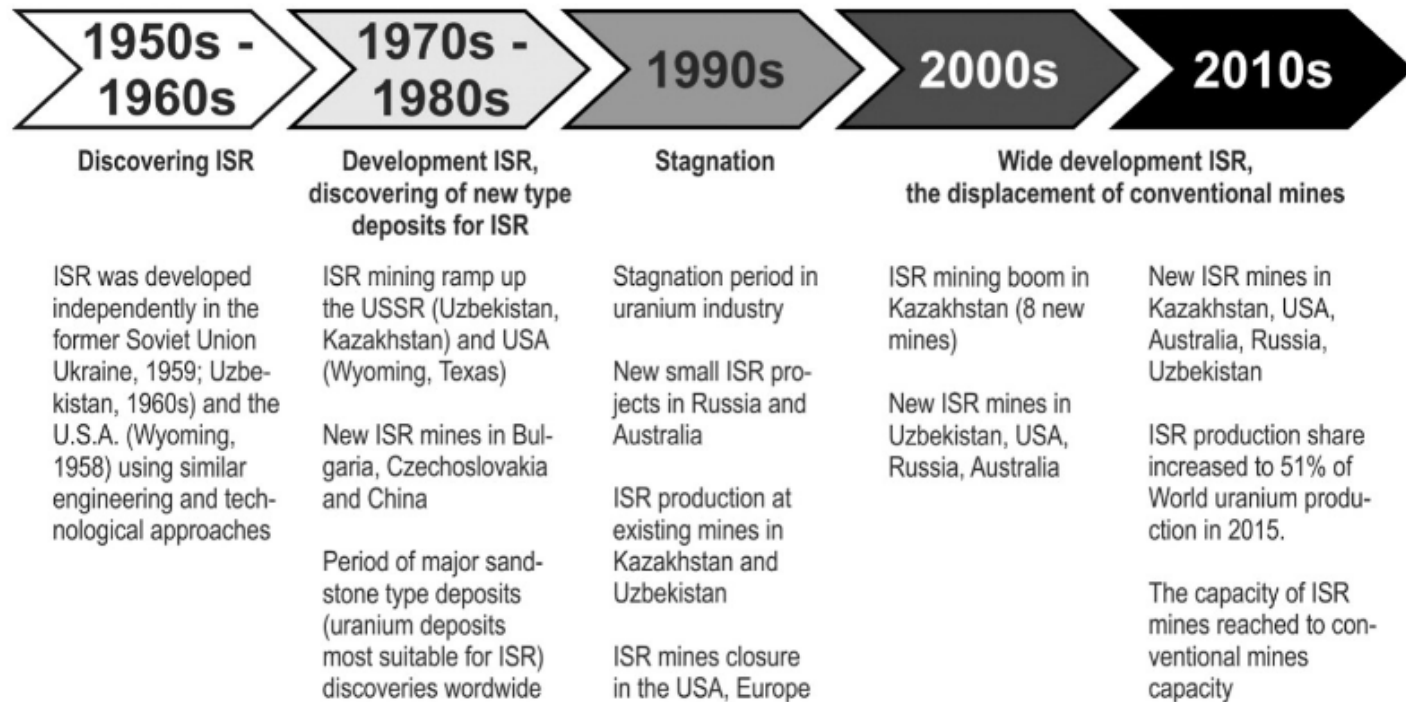


Fig. 2. ISR historical overview in the uranium industry (Boytssov, 2014; WNA, 2015 with improvements).

Rappel sur les conditions du milieu dans le cas de l'U:

- milieu poreux
- perméabilité
- confinement de l'aquifère
- solutions utilisées: acides ($\text{H}_2\text{SO}_4 / \text{Fe}^{3+}$) ou alcalines ($\text{HCO}_3^- / \text{O}_2$)

Conditionnent
les impacts

Problématiques:

Impact environnemental:

- migration du panache (extension géographique) → exutoire ? (faille, puits, etc)
- résilience de conditions acides
- durée (extension temporelle)

Impact sociétal:

- utilisation des ressources en eau par les populations
- acceptation

Impact sur le paysage: réduit

Pour l'obtention d'**accord d'exploitation**, il est demandé de présenter une solution de réhabilitation des aquifères exploités. Les objectifs de réhabilitation dépendent des législations propres aux pays sur lesquelles se situent les exploitations:

- en Australie, il est demandé un retour à la même catégorie d'usage (impropre à la consommation, uniquement pour usage industriel, aucun usage, ...) "best practice"
- au Kazakhstan, un retour "aussi proche que possible" aux conditions pré-exploitation



Copyright Paul Grey Photography

The Kapunda copper ISR project

IAEA 2010: Sustainable remediation and closure objectives are site specific and involve issues including:

- Final or sequential land use
- Human health and safety
- Social impacts
- Ecosystem impacts
- Regulatory requirements
- Cost optimization



Remarques:

- Manque de normes nationales et internationales dans les sédiments aquatiques (dépend des sites (climat)) *IAEA TECDOC 1739*

- Pump&Treat : problème d'équilibre chimique
- Atténuation naturelle: se base sur le fonctionnement du roll-front: précipitation via changement de conditions redox (Dong et al., 2016). Importance de la qualité des ouvrages (plus grand risque de pollution durable et migrante (Dong et al., 2016)).
- Biostimulation: bactéries autochtones ou allochtones (sources de carbone: éthanol, glycérol,... (Coral et al., 2018)).

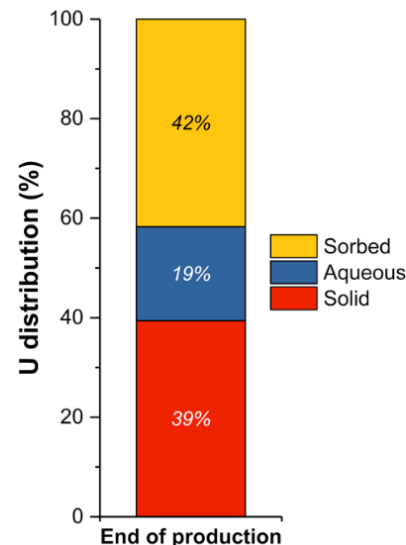
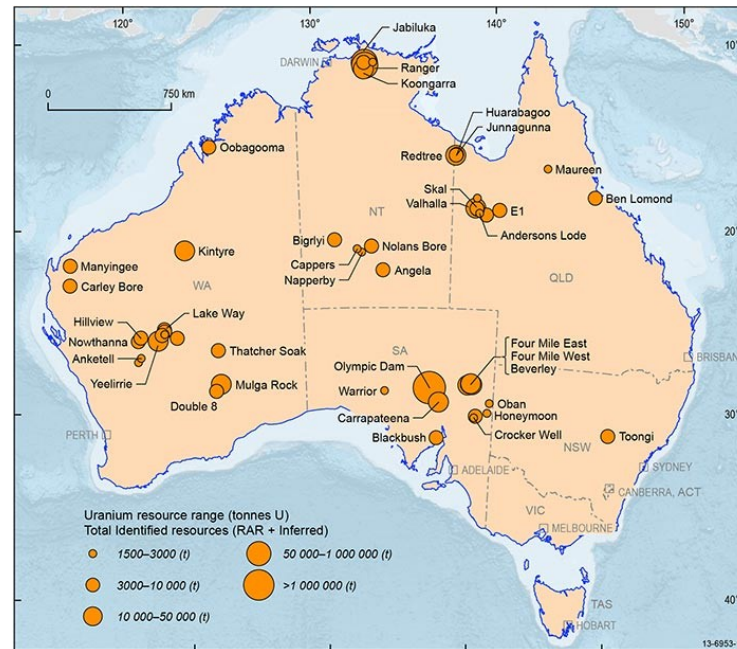


Figure 8. Distribution of U simulated at the end of production in a technological block. The U solid compartment stands for the remaining mineralization not extracted at the end of the operations (2.5% of the initial U).

Démonstration de l'atténuation naturelle (Mine de Beverley, Australie): pH: 2 → 3.2 sur 6 ans. Stratégie: prise en compte de la catégorie d'usage de l'eau avant exploitation; éviter les traitements qui produisent beaucoup de déchets. NA ou ENA essentiellement.

*Uranium -
AIMR 2011 -
Australian
Mines Atlas*



Histoire:

- Pilote en 1967 – début des opérations 1968 et début des opérations industrielles en 1971
- Maximum de production: 770t U en 1977
- Production décline à partir de 1992
- Suspendue en 1995 (légère production jusqu'à 2010 liée à la remédiation)
- Réhabilitation à partir de 1996

Figure 1 Location of uranium deposits in the area of Hamr - Stráž within the Czech Republic.

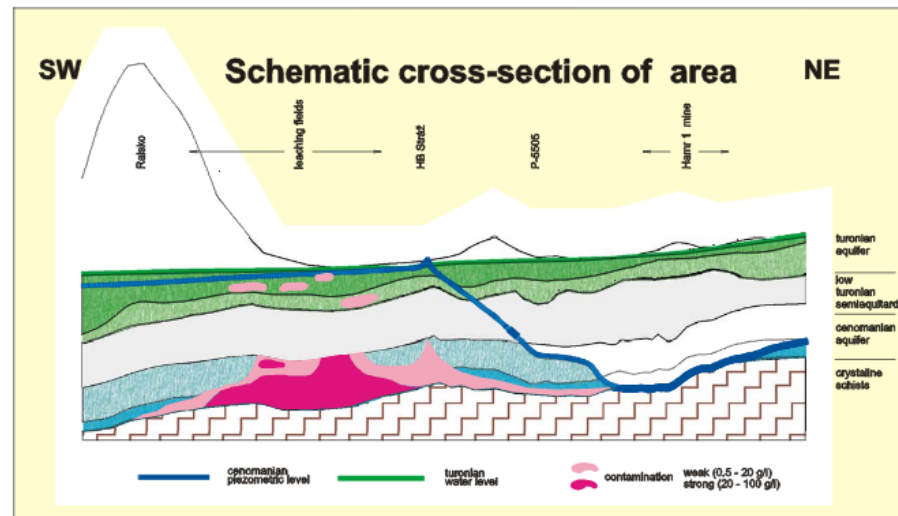


Remediation of consequences of chemical leaching of uranium in Stráž pod Ralskem, Jirí Mužák

Conditions considérées comme compliquées (faible cinétique de dissolution U, partie de la minéralisation dans des zones peu perméables)

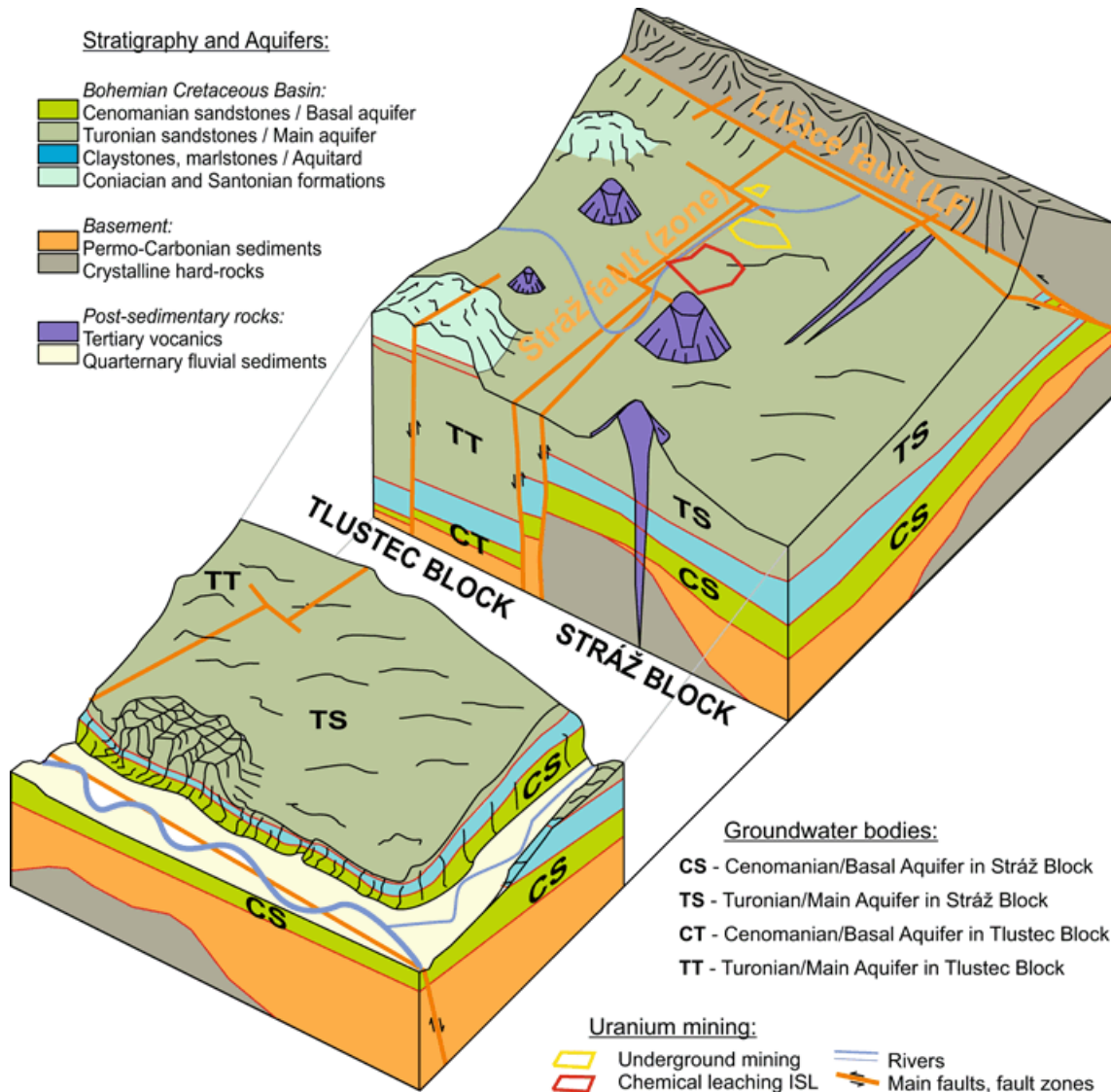
Gros impact sur le cénomanien, impact plus léger sur le Turonien mais celui-ci est utilisé pour l'eau de consommation sur une large zone

Figure 2 Schematic cross-section of mining/remediation area



Remediation of consequences of chemical leaching of uranium in Stráž pod Ralskem, Jirí Mužák

Contre-exemple de Straz (Rep. Tchèque)



Regional Impact of Uranium Mining on Piezometric Surfaces in a Multi-layered Water-bearing System, Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic, Lipansky 2016

Caractéristiques:

- directement adjacente à la **mine souterraine** de Hamr: il a fallu créer une **barrière hydro** pour maintenir Straz saturée: 150 puits d'injection sur 6.9km fonctionnant en partie avec l'eau de traitement de Hamr, à un débit de 265L/s. Ceci a aussi engendré des **apports importants d'eau** à Hamr: **contamination** du Turonien.

- une solution de NH_4NO_3 et HNO_3 a été utilisé pour régénérer les résines. Les **Nitrates n'ont pas été rincées séparément** avec les résines: seulement brièvement lors du prochain cycle de sorption. Décomposition des nitrates par réactions redox (lentement).

- Pas de technologie particulière pour décontaminer **les eaux de traitement** et tout le volume en excès des solutions de la "processig plant" a été ajouté au flux d'injection → **pollution à l'ammoniac** → remédiation compliquée et onéreuse.

- **Dispersion** des contaminants acides

- Utilisation du **pump&treat**

Qu'en est-il du cuivre et de l'or ?

Des milieux différents

- milieux très peu perméable (granite par ex) → améliorer la perméabilité: quelles conséquences ?
- faible porosité: augmenter le contact entre les solutions de lixiviation et les minéraux d'intérêt (a priori moins contraignant pour le Cu de part la nature porphyriques des gisements dans la plupart des cas)
- confinement des milieux exploités ?

...donc des solutions lixiviantes différentes

- pour le Cu: H_2SO_4 fonctionne pour le cuivre oxydé, pour les sulfures secondaires il faut quelque chose de plus oxydant
- pour l'Au: solution à base d'As ou I



Merci pour votre attention