

COMMENTAIRES

Projet de loi 43

Loi sur les mines

Mémoire 13-02
7 août, 2013

Présentation

L'Ordre des géologues du Québec regroupe les personnes habilitées à exercer la géologie au Québec. L'Ordre a pour mission la protection du public par l'encadrement de l'exercice des géologues et la surveillance de l'exercice en géologie en application de la *Loi sur les géologues* et du *Code des professions du Québec*.

L'exercice professionnel des géologues vise à :

- concourir à découvrir et exploiter les ressources minérales, énergétiques et hydrauliques de la Terre, et,
- améliorer l'environnement humain et la sécurité du public dans le cadre de l'implantation d'ouvrages et d'aménagements, de la prévention des risques naturels, et de la protection et la réhabilitation des terrains et de l'eau souterraine.

Par leur exercice, les géologues sont responsables de la recherche et l'évaluation des ressources du sous-sol (minéraux, hydrocarbures, matériaux de construction et eau souterraine) et contribuent à leur exploitation. Ce rôle des géologues est connu du public, par contre, le public est moins conscient du fait que les géologues sont chargés de l'évaluation et participent à la restauration des terrains dégradés ou contaminés. Ainsi, par leurs activités et leur formation, les géologues ont une bonne compréhension de l'industrie des ressources minérales, de son fonctionnement et de son impact, et leur contribution est indispensable à une saine gestion des ressources et du patrimoine minéral du Québec.

Ce mémoire vise à informer et apporter un éclairage indispensable aux parlementaires et au public dans la démarche de modification de la loi sur les mines.

Introduction

Mise en contexte

En préparant ces commentaires, l'Ordre des géologues a cherché à bien situer le contexte de cet exercice législatif. Ce contexte comprend des éléments très visibles qui définissent les enjeux politiques immédiats du débat, mais ce contexte comprend aussi des enjeux historiques, technologiques, économiques et professionnels qui doivent être pris en compte.

Des éléments importants du contexte politique sont : d'une part le rapport du vérificateur général du Québec qui a sévèrement critiqué plusieurs aspects de la gestion des ressources minérales; d'autre part, les actions médiatisées de divers organismes qui critiquent ou s'opposent à l'exploitation des ressources minérales.

Avec le projet de loi 43, nous sommes à la troisième tentative de modifier la *Loi sur les mines* depuis 2010. L'ordre a fourni des commentaires sur les deux projets (loi 79 et loi 14) précédents et a été invité à contribuer aux débats de la Commission parlementaire lors de l'étude du projet de loi 79.

Durant cette période, le gouvernement a élaboré une ébauche de stratégie sur les ressources minérales, stratégie qui n'est pas concrétisée et qui demeure incomplète. De plus, le Québec a vécu des débats houleux concernant l'exploitation des « gaz de schiste » dans la Plaine du St-Laurent et du pétrole dans le Golfe du St-Laurent ainsi que divers épisodes médiatisés associés à l'exploration minérale et pétrolière.

Ressources minérales et développement durable

Avant d'aborder en détail le projet de loi sur les mines, il est utile de rappeler certains faits concernant les ressources minérales et leur lien avec le développement durable.

Le Rapport Brundtland a énoncé le concept du développement durable comme suit : « *le développement qui répond aux besoins économiques actuels sans compromettre la capacité de la planète à satisfaire les besoins des générations futures.* » Il s'appuie sur une vision à long terme qui prend en compte les dimensions environnementale, sociale et économique des activités de développement. Dans ce contexte, on réfère généralement aux ressources minérales comme des ressources non-renouvelables dû au fait qu'un gisement ne se renouvelle pas et s'épuise avec l'exploitation. Non-renouvelable ne signifie pas rapidement épuisable et l'humanité a jusqu'à ce jour réussi à remplacer les gisements épuisés par de nouveaux gisements alors que certaines ressources renouvelables (telles certaines pêcheries) sont épuisées et risquent de ne jamais revenir.

Les ressources minérales de toutes sortes sont indispensables à notre vie et confort et sont présentes dans toutes les facettes de notre vie (voir l'annexe 2 pour des exemples de minéraux non-métalliques). Par ressources minérales, nous entendons non seulement les ressources métalliques principalement visées par la loi sur les mines, mais nous entendons aussi les minéraux industriels et matériaux de construction qui sont effleurés dans la loi sur les mines et aux hydrocarbures qui sont exclus de la nouvelle loi sur les mines. Dans les débats actuels sur les schémas d'aménagement régional, une attention particulière devra être portée à l'accès aux minéraux industriels et aux matériaux de construction au voisinage des centres urbains. La proximité de ces lieux d'exploitation de ressources aux territoires habités est souvent une nuisance potentielle (comme toute industrie lourde ou même certaines activités agricoles) mais il est indispensable d'assurer, dans le respect de l'environnement, l'accès à ces ressources pour les activités de construction qui sont intimement liées aux volets social et économique des activités de développement.

Exploration et exploitation

La loi sur les mines ainsi que les débats publics traitent simultanément de l'exploration et de l'exploitation des ressources minérales. Bien que ces activités soient liées et que toute exploitation résulte de découverte et exploration préalables, il importe de bien séparer ces deux activités dans les débats et la législation.

En effet, l'exploration minérale est une activité qui a généralement peu d'impact sur le terrain alors que l'exploitation est une industrie lourde avec une empreinte comparable à beaucoup d'industries lourdes ou commerciales (la superficie occupée par une exploitation minière se mesure en centaines d'hectares tout comme certaines industries, des centres de commerce ou des infrastructures de transport). Les aménagements d'extraction et transformation sont soumis à de multiples contrôles comme les autres types d'installations industrielles et doivent faire l'objet d'accommodements avec les communautés limitrophes. La réglementation actuelle guide le démantèlement et la restauration des mines de façon nettement plus serrée que pour les autres catégories d'occupation du territoire.

Il ne faut cependant pas traiter l'exploration comme l'exploitation et, à moins de décider de simplement refuser toute exploitation minérale, il importe de favoriser l'exploration de la plus grande partie du territoire. Le potentiel minier du Québec, hors certaines ressources connues, est essentiellement lié à la superficie du territoire prospectif. Comme les gisements exploitables sont des anomalies de la nature, il importe de favoriser l'exploration du territoire avant de décréter des zones d'exclusion. Si l'exploration révèle un gîte à proximité d'un lieu à protéger pour un autre usage, il sera alors possible de décider de l'opportunité de l'exploiter avec des mesures de protection appropriées. Toute activité économique est susceptible de générer des impacts sur l'environnement et l'incompatibilité d'une activité est relative et doit faire l'objet d'un examen cas par cas. N'oublions pas qu'il y a des mines, des carrières, voir des centres d'achats dans des parcs nationaux.

Autres éléments du contexte

Les autres éléments du contexte qui doivent aussi être pris en compte dans ce débat sont :

- **Contexte historique** : l'extraction minérale a laissé un passif environnemental encore très visible dans certaines régions. C'est le résultat des pratiques passées pour lesquelles le Québec ne diffère pas du reste du monde. Les exploitations modernes sont mieux encadrées et certains des changements proposés à la loi visent à améliorer les outils de contrôle.
- **Contexte technologique** : les technologies ont évolué et permettent de réduire l'impact environnemental de l'exploitation minière et de restaurer les sites. Néanmoins, il en résulte toujours une modification du terrain qui est évaluée au cas par cas comme pour les autres types de projets d'aménagement entrepris par notre société. Le potentiel minéral du Québec demeure élevé, par contre, les découvertes faciles et accessibles ont essentiellement été faites et il faut prévoir des efforts grandissants pour découvrir de nouveaux gisements et les mettre en valeur. À la lumière du petit nombre de projets de mines au Québec, l'emphase devra être mise sur les activités d'exploration au cours des prochaines années.

Les ressources minérales sont le résultat de phénomènes de concentration exceptionnels dans l'écorce terrestre sans intervention de l'homme. Notre défi est de les trouver dans l'espoir de pouvoir les mettre en valeur.

- **Contexte économique** : l'exploitation minérale est un important levier de développement économique dans plusieurs régions du Québec. La survie et la croissance de plusieurs villes dépend de l'activité minière et cette activité contribue aussi à l'activité économique des grands

centres. Néanmoins, l'activité minière est mondiale depuis longtemps et le maintien de cette activité au Québec est sujet à la concurrence mondiale. De plus, le fait que les décisions sur les développements miniers sont en grande partie faites par des entités financières étrangères ne favorise pas le développement au Québec.

On ne peut trop insister sur l'importance des facteurs économiques externes dans le domaine des ressources. Ainsi l'année 2011 a été marquée par de nombreuses déclarations publiques sur les revenus et des ressources alors qu'un boom minier s'essouffait à l'échelle mondiale. Les valeurs boursières des entreprises étaient alors près de leur maximum (au plaisir des fonds de pension et autres actionnaires) et des pénuries de main d'œuvre spécialisée étaient criantes dans l'industrie (entre autres, les géologues étaient en forte demande). En contraste, 2013 a vu la fin du boom avec une baisse marquée des valeurs boursières (de 30 à plus de 90%) et l'arrêt de multiples projets miniers et même la fermeture de certaines mines au Québec. Il en est de même pour la main d'œuvre spécialisée qui fait face à des licenciements ou voit les opportunités se raréfier.

- **Contexte professionnel** : presque toute l'histoire du développement minéral du Québec s'est faite en l'absence d'un contrôle professionnel des activités d'exploration. Depuis 2001, les avis et rapports concernant les ressources minérales doivent être produits sous l'autorité d'un géologue (ou d'un ingénieur) en vertu de la loi sur les géologues. Dans le cadre du projet de modification de la loi sur les géologues, les activités d'exploration devraient aussi se faire sous l'autorité des géologues. Ainsi, depuis 2001, le contrôle des activités d'exploration minérales passe graduellement sous l'autorité de professionnels soumis au Code des professions et les géologues et ingénieurs sont devenus de fait des agents du gouvernement dans la mise en application de la *Loi sur les mines*.

Analyse du projet de loi

Notre analyse du projet de loi s'appuie sur l'expertise des géologues dans la gestion des ressources minérales et tient compte du contexte ainsi défini avec à l'esprit le rôle qu'auront à jouer les géologues dans l'application de la loi. En raison des obligations professionnelles des géologues par rapport à la loi, nous avons porté une attention particulière aux éléments du projet de loi dont l'application sera très difficile.

Notre analyse du projet de loi porte donc principalement sur les aspects techniques avec emphase sur l'exploration et sur l'application de la loi.

Le lecteur doit comprendre que les commentaires qui suivent ont été préparés avec pour seul objectif d'assurer que les changements apportés à la *Loi sur les mines* soient efficaces et applicables dans l'esprit des remarques du vérificateur général du Québec.

Commentaires généraux

L'Ordre des géologues du Québec est d'avis que, à moins de modifications, le projet de *Loi sur les mines* n'atteindra pas ses objectifs et ne produira pas les bénéfices escomptés pour le Québec. Les modifications proposées (par rapport à la loi actuelle) témoignent d'un effort louable de la part du gouvernement en vue d'actualiser la loi et de l'alléger en retirant des dispositions désuètes.

Étant donné l'impact de cette loi sur le développement économique du Québec et de ses régions, il est important que les modifications apportées à la loi en assurent la pérennité sur la base des connaissances actuelles.

Dans le texte qui suit, nous commentons certains aspects spécifiques du projet de loi. Ainsi, notre analyse incite à un questionnement sur la signification de certains articles et fait ressortir d'importantes difficultés d'application suite à l'entrée en vigueur éventuelle du projet de loi.

Constats généraux

L'Ordre des géologues constate que le projet de loi 43 reprend la plupart des éléments des projets de loi 14 et 79 morts au feuillet de la législature précédente en y ajoutant plusieurs nouvelles dispositions. L'intention affichée et louable du projet est de favoriser le développement des ressources en concertation avec les populations concernées tout en assurant un meilleur encadrement de l'exploration et l'exploitation minière.

Un important changement par rapport aux projets précédents est le retrait de toutes les dispositions concernant les hydrocarbures et les saumures dans la loi. Un projet de loi sur les hydrocarbures serait à venir, mais pour l'instant cet important volet de la législation sur les ressources se trouve en gestation sans échéance annoncée.

À défaut des textes règlementaires à venir, il est difficile d'évaluer avec confiance l'impact de la mise en application du projet de loi sur l'exploration minière. Néanmoins, selon toute apparence, le projet aurait pour résultat de réduire substantiellement l'exploration minière au Québec particulièrement dans certaines régions prometteuses. Le projet imposerait de nombreuses obligations administratives dont les modalités ne sont pas définies. De plus, le projet met en péril la pérennité des titres miniers en permettant aux municipalités de faire annuler les titres en créant des zones de villégiatures. Les conséquences risquent d'être un ralentissement marqué du développement minier au Québec à l'exception des zones inhabitées du nord où les distances, le climat, la pénurie d'infrastructures et les projets d'aires protégées posent des défis considérables au développement minier.

À la lumière de ces observations et de l'analyse qui peut être faite du projet de loi, nous recommandons à revoir certaines dispositions du projet et à en préciser d'autres.

Commentaires particuliers

Accès au territoire pour l'exploration

Le projet de loi prévoit l'interdiction du jalonnement et des travaux d'exploration dans les périmètres d'urbanisation et les territoires de villégiature. Ces interdictions pourraient être levées avec l'accord d'une municipalité concernée. La lecture du projet entraîne divers constats et questions comme suivent :

- Le projet donne des critères généraux mais ne précise aucun des détails administratifs devant guider les municipalités ou le ministre en vue de mettre fin à une telle soustraction. De plus, le

projet de loi ne tient pas compte des schémas d'aménagement existants qui ont déjà prévu la possibilité d'activités visant les ressources du sous-sol sur les territoires concernés.

- Les municipalités locales ou régionales n'ont pas les ressources nécessaires pour traiter des questions concernant l'exploration minière et le MRN est reconnu comme l'autorité compétente en la matière.
- Les modalités de définition des zones de villégiature sont imprécises et vagues au mieux, entraînant la possibilité d'annuler des titres miniers par la biais de création de zone de villégiature dans une situation où la municipalité veut abolir un projet d'exploration minière.
- Les cartes disponibles permettent de constater qu'une partie importante du sud du Québec serait ainsi soustraite à l'exploration minière. Ces territoires comprennent une proportion importante de terres publiques et une grande partie des territoires des camps miniers de l'Abitibi. Ces camps miniers ont été le lieu de la plupart des mines du Québec et offrent encore, selon le MRN, le meilleur potentiel pour la découverte de nouveaux gisements de métaux usuels ou précieux. De plus, une partie importante du patrimoine d'informations géologiques cumulées au MRN (SIGEOM) concerne ces territoires.
- Aucune évaluation des territoires concernés ou inventaire des claims ou travaux d'exploration passés ou en cours n'a été présentée de sorte qu'on ne peut que spéculer sur l'impact économique du projet de loi.
- Il semble nécessaire de rappeler qu'une exploitation minière résulte de plusieurs étapes de travail sur plusieurs années en séquence: exploration régionale peu intense; des efforts de plus en plus ciblés et intenses d'exploration; découverte et définition des ressources; évaluation des réserves et conception de mine; études d'impact social et environnemental; étude de faisabilité; plusieurs étapes d'autorisation et de concertation et enfin la mise en production.
- Constatons que les nouvelles mines du Québec sont surtout situées dans des régions où des exploitations existent depuis longtemps et où une multitude de travaux d'exploration ont été effectués au cours des décennies (en Abitibi, 80 ans, au Labrador, 70 ans, en Ungava, 50 ans)¹.
- Il est évident que la planification de l'utilisation du territoire doit tenir compte des caractéristiques du territoire et on ne peut pas décréter des mines là où le sous-sol ne recèle aucun gisement. Citons à ce sujet l'Union des municipalités du Québec: « L'Union est aussi d'avis qu'il est essentiel qu'avant de prendre une décision venant compromettre le développement futur d'un territoire, une évaluation du potentiel minier soit effectuée.² »
- En termes de développement régional, plusieurs régions sont désavantagées par l'éloignement des grands centres de consommation. Au contraire, les ressources minières situées dans les régions leur confèrent un avantage incontournable d'autant plus que l'exploitation est facilitée par la présence des infrastructures requises et de la main d'œuvre qualifiée.

Bien que le projet de loi propose plusieurs modalités en vue d'assurer un certain regard du MRN sur les territoires accessibles à l'exploration, des dispositions transitoires gèlent effectivement toute cette activité au sud du Québec. Quelle est l'urgence de changer fondamentalement l'accès au territoire pour le développement minéral du Québec tout en affectant des droits de propriétés réels?

Information sur l'uranium

Rappelons que l'uranium est présent naturellement dans l'écorce terrestre (plus abondant que l'or) et que les activités d'exploration visent à en découvrir des concentrations suffisantes pour permettre l'exploitation. L'exploration minière ciblant l'uranium (et toute autre substance) permet donc de

¹ Le projet Éléonore de Goldcorp à la Baie James sort des camps miniers existants.

² Extrait du mémoire UMQ sur le projet de loi 79, mai 2010.

créer des connaissances qui doivent être transmises au MRN qui cumule et gère l'information concernant le sous-sol du Québec.

Le projet de loi prévoit la déclaration au MDDEFP de toute découverte de 0,05% ou plus d'uranium et l'inscription de cette information au registre public des droits (ainsi que du fait que quelqu'un cherche de l'uranium). À défaut d'information à ce sujet dans le projet, nous présumons que l'objectif serait éventuellement d'informer le public de la présence naturelle d'uranium.

Le projet de loi est muet sur les modalités de déclaration. Dans notre mémoire sur le projet de loi 79, nous avons signalé les difficultés de déclarer en 60 jours une information fiable et vérifiée.

Le seuil de déclaration retenu n'a été choisi ni pour des motifs de santé publique ni pour tout autre motif technique. De plus, plusieurs autres substances naturelles (radioactives ou non) sont plus dangereuses pour la santé et ne sont pas visées dans la loi. Lorsqu'on constate que le récent projet de modification du règlement sur le captage de l'eau souterraine élimine l'analyse de l'eau des puits de particuliers, on peut s'interroger sur le souci réel de protection du public de ce projet de loi.

Ce qui nous mène à diverses questions :

- Quelles seront les modalités de déclaration?
- Quand nous savons que l'uranium est un élément naturel du sous-sol et qu'on n'exige pas son analyse dans tous les puits d'eau potable, à titre d'exemple, pour quelle raison et quel bénéfice exige-t-on de déclarer une telle information dans un délai de 60 jours?
- Quelles ressources (en nombre et en qualité) ont été prévues pour permettre au MDDEFP d'évaluer ces déclarations et quelle coordination est prévue entre le MDDEFP et le MRN pour le traitement de ces informations?
- Est-t' il prévu que le registraire fera une recherche dans les données disponibles au MRN pour inscrire au registre public toutes les occurrences (plus de 0,05%) d'uranium au Québec?
- Quel bénéfice est escompté de ce processus de déclaration au MDDEFP en sachant que les résultats d'exploration sont disponibles au MRN?

Enfin, l'article 177 soumet à l'approbation du ministre « *tout travaux de sondage* » pour l'exploration de l'uranium sans préciser les modalités ou critères. Ce même article demande une étude hydrogéologique avant l'obtention de l'approbation du ministre. Sauf pour les évaluations documentaires, les études hydrogéologiques requièrent généralement des sondages qui, dans un territoire visé par l'exploration pour l'uranium, devraient être autorisés au préalable suite à une étude hydrogéologique. La nature et l'ampleur des travaux d'exploration minérale ne justifie pas la réalisation d'une étude hydrogéologique. Des façons de faire existent et sont mis en application pour contrôler l'impact éventuel des activités d'exploration. Les situations qui requièrent une étude hydrogéologique sont plutôt associées à toutes activités d'exploitation (agricole ou industrielle) qui risque d'affecter un ouvrage de captage d'eau souterraine ou de surface. Alors, pourquoi mettre en exergue l'uranium ou l'exploration minérale? Il serait nettement plus simple et efficace (en termes de protection) de requérir le colmatage des trous de forage où des horizons riches en matières radioactives sont observés.

Est-ce que l'intention non-avouée est d'interdire l'exploration pour l'uranium?

Restauration des sites miniers

Le projet prévoit des garanties financières suffisantes pour assurer la restauration des sites miniers à la fin de l'exploitation. L'Ordre des géologues appuie cette proposition qui s'inscrit dans le principe du pollueur-payeur. Néanmoins, par souci d'efficacité économique et environnementale, il nous paraît aussi important de favoriser la restauration progressive des sites miniers tout en appliquant les

nouvelles technologies dans les systèmes de recouvrement des aires de résidus miniers et en privilégiant l'intégration des systèmes de traitement « passifs » des effluents miniers. De plus, il nous apparaît important de favoriser les nouvelles exploitations qui pourraient éventuellement voir le jour et qui, dans certains cas, pourraient intégrer la restauration de sites orphelins dans le cadre de leur opération. Enfin, il faut encourager les entreprises minières à innover continuellement et favoriser le développement de nouvelles technologies pour réduire l'empreinte environnementale de leurs activités.

Ces trois objectifs méritent l'inclusion dans la loi sur les mines et les règlements associés de dispositions appropriées et de la flexibilité nécessaire pour permettre au ministre d'effectivement encourager de telles mesures.

Il nous est difficile de bien saisir le traitement réservé aux exploitations des ressources minérales de surface en ce qui concerne la restauration. Sachant l'impact substantiel de ces exploitations, il apparaît essentiel que des exigences similaires au niveau des garanties et des plans de restauration s'appliquent à l'exploitation des minéraux de surface comme aux mines.

Protection des aquifères, aires de stockage et autres usages du territoire

Le projet de loi donnerait au ministre le pouvoir de réserver à l'état diverses parcelles de terrain afin de préserver d'autres usages du territoire (protection d'aquifères dans un esker, protection d'aires de stockage de résidus, éviter des conflits). Tout en rappelant que l'exploration minérale se fait généralement avec une très faible empreinte, l'Ordre des géologues croit qu'il est nécessaire que le ministre soit doté de ces pouvoirs. Par contre il est aussi nécessaire que le ministre utilise ces pouvoirs dans un esprit de développement durable, c'est-à-dire en privilégiant des solutions ou aménagements qui permettront une pluralité d'usages du territoire en appliquant les pouvoirs actuellement prévus à l'article 304 de la *Loi sur les mines*.

Hors du contexte de la *Loi sur les mines*, l'Ordre des géologues tient aussi à rappeler que la protection des aquifères dépasse largement le domaine minier et qu'il serait important que d'autres lois ou règlements soient améliorées ou mieux appliquées. Soulignons que l'histoire des contaminations de nappe au Québec n'est pas liée aux activités minières mais à d'autres activités. À titre d'exemples, mentionnons la contamination de la nappe par les réservoirs de carburant d'Hydro-Québec à Cap-aux-Meules, la contamination de l'aquifère à Ville Mercier par un site de déchets autorisé, la contamination de la nappe à Ste-Julienne par des sels de déglacage du MTQ, et l'exploitation de bancs d'emprunt, dépotoirs, ou tracés de route sur des eskers.

Mesures administratives

Outre la déclaration d'uranium, le projet prévoit plusieurs obligations administratives en exploration dont les détails ne sont pas donnés (*règlement à venir*) et dont l'application risquerait de s'avérer difficile, inefficace, ou contraire aux bonnes pratiques, particulièrement pour les géologues qui gèrent souvent les projets d'exploration minière. Ainsi :

L'article 74 crée deux obligations d'information avec des difficultés propres :

Information des propriétaires et autres personnes lors de l'acquisition d'un claim : à défaut d'un registre foncier complet et facilement accessible, il sera impossible de se conformer à cette obligation si l'avis requis doit rejoindre chaque personne. Par contre, il serait possible au registraire, en collaboration avec les autorités régionales responsables du registre foncier, de mettre en place une procédure automatique d'avis des propriétaires.

De plus, il y a lieu de s'interroger sur les conséquences d'un changement de propriété :

- a) est-ce qu'un notaire serait tenu d'aviser ses clients qu'un terrain visé par une transaction fait l'objet d'un claim?
- b) est-ce que les registres fonciers le permettent ?

Information des municipalités avant les travaux d'exploration : en principe, un avis préalable de travaux aux municipalités ne peut que favoriser la communication entre les parties. En pratique, le délai de 90 jours peut cependant s'avérer une contrainte néfaste pour l'exploration (les facteurs saisonniers ou l'évolution des travaux imposent parfois des délais très courts). De plus, en absence du projet de règlement, les modalités de divulgation sont inconnues de sorte qu'il est impossible d'évaluer les autres dimensions de cette obligation. En conséquence, il est recommandé de permettre d'écourter les délais tout en précisant les modalités en vue d'assurer la protection des renseignements confidentiels et tenir compte de la nature des activités (levés au sol, levés aériens, etc.).

L'article 81 du projet de loi crée une autre obligation d'information à répétition en stipulant que l'avis de jalonnement soit accompagné d'un programme d'exploration et qu'un tel programme et un compte-rendu des travaux soient transmis lors du renouvellement du claim.

Les détails et le traitement à venir des informations ainsi déposées ne sont pas décrits dans le projet de loi ou les documents accompagnant. Il est donc difficile d'évaluer la portée de ces exigences. Ces incertitudes apportent plusieurs questions :

- Quel genre de détail sera requis au niveau des programmes d'exploration?
- Sachant que les programmes d'exploration sont sujets à des modifications en cours de réalisation, comment seront traités ces changements dans le nouveau régime?
- Sachant qu'il y a plus de 200 000 claims actifs au Québec, comment se fera la gestion de cette information?
- Sachant que les programmes d'exploration visent souvent un ensemble de claims pouvant avoir des échéances diverses, est-ce que les modalités définies au règlement à venir permettront de réconcilier le claim et l'ensemble des travaux?
- Si le ministre n'a pas l'intention d'utiliser ces informations en vue d'autoriser ou non les travaux d'exploration, sachant de plus qu'une divulgation obligatoire de travaux existe par d'autres dispositions de la loi, quelle sera l'utilité de ces documents?

Enfin, à la lumière de l'ensemble des mesures administratives proposées dans le projet de loi et en sachant que l'exploration minérale relève en grande partie de petites entreprises aux ressources limitées, quel sera l'impact de ces charges administratives sur les petites entreprises d'exploration que le MRN s'est efforcé d'encourager par diverses mesures fiscales depuis plusieurs années?

Recommandations

Notre étude du projet de loi ne nous permet pas d'y découvrir une vision d'avenir pour le développement des ressources minérales au profit des Québécois dans un esprit de développement durable. De façon simple, le développement durable consiste à assurer les besoins de la société d'aujourd'hui sans handicaper la capacité de la société de demain à satisfaire à ses besoins. Nous ne voyons pas comment le fait de fermer ou de rendre plus difficile l'exploration de grandes régions parmi les plus prometteuses permettra d'assurer le développement durable.

Nous recommandons donc de différer l'adoption du projet de loi tel que présenté pour mieux évaluer ses conséquences et le bonifier. Les mesures visant à restreindre les territoires ouverts à l'exploration doivent être revues et toute soustraction de territoire devrait se faire avec une meilleure connaissance du potentiel minéral. Nous appuyons la concertation avec les citoyens et les communautés locales et régionales, par contre nous voyons mal comment les administrations locales seront en mesure de se substituer au gouvernement provincial dans la planification du développement des ressources minérales de la province pour le bénéfice de tous.

Enfin, nous appuyons l'adoption rapide de plusieurs mesures visant à améliorer le contrôle des exploitations de substances minérales et la restauration des sites d'exploitation.

Ce mémoire vise à informer et apporter un éclairage indispensable aux parlementaires et au public dans la démarche actuelle de modification de la loi sur les mines.

L'Ordre des géologues du Québec offre ainsi sa collaboration afin d'améliorer l'encadrement légal et les pratiques en exploration et exploitation des ressources minérales du Québec dans l'intérêt de tous les québécois et du développement durable.

Annexe 1 : texte de loi annoté avec recommandations

Notice explicative :

Le tableau qui suit juxtapose des éléments du texte de loi proposé, de la Loi sur les mines en vigueur correspondants avec des commentaires questions ou recommandations.

Les colonnes de gauche et de droite contiennent respectivement le texte de loi proposé et les commentaires de l'Ordre. La colonne du centre reprend le texte de loi actuel correspondant lorsqu'il existe.

Pour alléger la présentation, lorsque les articles de loi sont très longs, seul l'énoncé d'entrée ou les parties faisant l'objet d'un commentaire sont reproduites. Lorsque l'article de loi est nouveau par rapport à la loi actuelle, la colonne du centre est omise pour faciliter la lecture du texte.

Projet de loi 43	Loi sur les mines (actuelle)	Commentaires OGO
L'URANIUM		
<p>Information sur l'uranium : l'uranium est une substance naturelle présente dans l'écorce terrestre (voir annexes). L'exploration minérale visent à découvrir des quantités suffisamment concentrées pour permettre une exploitation en créant des connaissances qui doivent être transmises au MRN qui cumule et gère l'information concernant le sous-sol du Québec.</p> <p>Le projet de loi prévoit la déclaration au MDDEFP de toute <u>découverte</u> de 0,05% ou plus d'uranium (a. 91) et l'inscription de cette information au registre public des droits (a. 13). Nous présumons que l'objectif de ces dispositions serait éventuellement d'informer le public de la présence naturelle d'uranium. Néanmoins, ceci demeure une présomption et l'utilisation qui sera faite de cette information n'est pas décrite.</p> <p>Le projet de loi est muet sur les modalités de déclaration. Dans notre mémoire sur le projet de loi 79, nous avons signalé les difficultés de déclarer en 60 jours une information fiable et vérifiée.</p>		
<p>13. Le registraire inscrit au registre public des droits miniers, réels et immobiliers, les autorisations consenties en vertu des articles 75, 76, 78, 79, 110, 111, 130, 145 et 177.</p> <p>Il inscrit au registre une mention relative aux déclarations des titulaires concernant la recherche d'uranium ou la découverte de substances minérales contenant 0,05 % ou plus d'octaoxyde de triuranium.</p>	<p>Quelle est la justification du seuil de déclaration retenu (il n'a pas été justifié pour des motifs de santé publique ni pour un autre motif; plusieurs autres substances minérales sont plus dangereuses pour la santé).</p> <p>Est-ce que le registraire inscrira au registre public les occurrences connues d'uranium au Québec (données disponibles au MRN)?</p>	
<p>91. Le titulaire du claim est tenu de déclarer au ministre et au ministre du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs toute découverte de substances minérales contenant 0,05 % ou plus d'octaoxyde de triuranium dans les 60 jours de cette découverte.</p>	<p>La déclaration proposée par l'article 91 est d'utilité douteuse et sa mise en application sera problématique à plusieurs points.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comme l'uranium est un constituant de l'écorce terrestre et que l'analyse obligatoire de l'eau des nouveaux puits serait retirée du règlement concernant le captage de l'eau souterraine, pour quelle raison exigerait-t-on de déclarer une telle information dans un délai de 60 jours sous peine de sanction très sévère? • Quel bénéfice est escompté de ce processus de déclaration (en sachant que les résultats d'exploration sont disponibles au MRN)? • Qu'est-ce qu'une découverte? L'observation d'un grain de minéral riche en uranium dans une roche constitue-t-elle une découverte au sens de la loi (voir en annexe 2 une liste de minéraux contenant plus de 0,1 % U)? • Quelles seront les modalités de déclaration? • Quelles ressources ont été prévues pour permettre au MDDEFP d'évaluer ces déclarations? • Quelle coordination est prévue entre le MDDEFP et le MRN pour le traitement de ces informations? 	
<p>176. Le titulaire de droit minier qui découvre ou exploite des substances minérales contenant 0,05 % ou plus d'octaoxyde de triuranium doit se conformer aux mesures de sécurité prévues par règlement et à toute autre mesure que peut lui imposer le ministre.</p>	<p>L'article 176 n'ajoute rien aux mesures de protection existantes : d'une part, l'exploitation de l'uranium fait l'objet d'une réglementation substantielle par la Commission</p>	

	<p>canadienne de sûreté nucléaire; d'autre part la loi sur les mines actuelles donne le pouvoir de réglementer les activités d'exploration pour toute substance.</p> <p>Qu'est-ce qu'une découverte?</p>	
<p>177. Tous travaux de sondage effectués par le titulaire de droit minier qui recherche des substances minérales contenant de l'uranium doivent être autorisés par le ministre. À cette fin, une étude hydrogéologique doit être remise au ministre.</p>	<p>Il est normal d'exiger une étude hydrogéologique pour un projet minier (quelle que soit la ressource visée) ainsi que pour toute activité pouvant affecter la nappe. Il est aussi raisonnable de réglementer les activités d'exploration. Néanmoins, il n'y a aucune raison d'exiger une telle étude dans le cadre d'un programme d'exploration. Une telle exigence peut même devenir absurde en considérant que les travaux de sondage d'exploration ne seraient autorisés qu'après la réalisation des sondages pour l'étude hydrogéologique.</p>	
<p>CHAPITRE III DROITS MINIERES DU DOMAINE DE L'ÉTAT</p>		
<p>16. La présente loi vise à favoriser, dans une perspective de développement durable, la prospection, la recherche, l'exploration et l'exploitation des substances minérales, et ce, tout en assurant aux citoyens du Québec une juste part de la richesse créée par l'exploitation de ces ressources et en tenant compte des autres possibilités d'utilisation du territoire. Elle vise aussi à ce que l'exploitation des ressources non renouvelables se fasse au bénéfice des générations futures. La présente loi vise également à développer une expertise québécoise dans l'exploration, l'exploitation et la transformation des ressources minérales au Québec.</p>	<p>17. La présente loi vise à favoriser la prospection, la recherche, l'exploration et l'exploitation des substances minérales et des réservoirs souterrains et ce, en tenant compte des autres possibilités d'utilisation du territoire.</p>	<p>L'article 16 reprend les objectifs visés à l'article 17 de la loi en vigueur avec l'ajout de plusieurs énoncés de principes qu'il sera difficile de concilier.</p>
<p>SECTION III PROSPECTION</p>		
<p>18. Celui qui, pour son compte ou pour autrui, prospecte un terrain, doit être titulaire d'un permis de prospection délivré par le ministre.</p> <p>19. Celui qui, pour son compte ou pour autrui, jalone un terrain en vue d'obtenir un claim, doit être titulaire d'un permis de prospection délivré par le ministre.</p> <p>22. Le permis est délivré à toute personne physique qui satisfait aux conditions et acquitte les droits fixés par règlement. Il est incessible. Sur preuve que le permis a été endommagé, détruit, perdu ou volé, le ministre, sur paiement des frais fixés par règlement, en délivre un duplicata.</p> <p>23. La période de validité du permis est de cinq</p>	<p>19. Celui qui, pour son compte ou pour autrui, prospecte un terrain, doit être titulaire d'un permis de prospection délivré par le ministre.</p> <p>20. Celui qui, pour son compte ou pour autrui, jalone un terrain en vue d'obtenir un claim, doit être titulaire d'un permis de prospection délivré par le ministre.</p> <p>23. Le permis est délivré à toute personne physique qui satisfait aux conditions et acquitte les droits fixés par règlement. Il est incessible. Sur preuve que le permis a été endommagé, détruit, perdu ou volé, le</p>	<p>La statut de prospecteur (défini et encadré par les articles 18-19 et 22-25 et auquel divers autres articles de la loi font référence) est un héritage du passé dont le maintien devient difficile à justifier. Les seuls privilèges retenus pour ce statut est l'accès sans frais aux ZEC alors que l'accès sans obstacle aux terrains de l'article 26 de la présente loi est biffé dans le projet de loi. Il est donc recommandé de faire disparaître le permis de prospecteur. Ce faisant, les</p>

<p>ans. Le ministre le renouvelle pour la même période aux conditions et sur acquittement des droits fixés par règlement.</p> <p>24. Toute personne dont le permis de prospection est révoqué en vertu du paragraphe 4° de l'article 229 ne peut faire de nouvelle demande pour l'obtention d'un tel permis avant l'expiration d'un délai de deux ans à compter de la date de la révocation.</p> <p>25. Le titulaire du permis doit le porter sur lui lorsqu'il prospecte ou jalonne un terrain. Il l'exhibe, sur demande, à tout fonctionnaire du ministère.</p>	<p>ministre, sur paiement des frais fixés par règlement, en délivre un duplicata.</p> <p>24. La période de validité du permis est de cinq ans.</p> <p>Le ministre le renouvelle pour la même période aux conditions et sur acquittement des droits fixés par règlement.</p> <p>24.1. Toute personne dont le permis de prospection est révoqué en vertu du paragraphe 4° de l'article 281 ne peut faire de nouvelle demande pour l'obtention d'un tel permis avant l'expiration d'un délai de deux ans à compter de la date de la révocation.</p> <p>25. Le titulaire du permis doit le porter sur lui lorsqu'il prospecte ou jalonne un terrain.</p> <p>Il l'exhibe, sur demande, à tout fonctionnaire du ministère.</p> <p>26. Nul ne peut interdire ou rendre difficile l'accès d'un terrain contenant des substances minérales qui font partie du domaine de l'État à celui qui a le droit de le prospecter ou de le jalonner en vertu de la présente section, si ce dernier s'identifie sur demande et, dans le cas du titulaire de permis, s'il exhibe son permis.</p>	<p>personnes actives en prospection pourront continuer à œuvrer en exploration minérale tout en se conformant à la réglementation.</p>
<p>SECTION III CLAIM</p>		
<p>27. Il est interdit de jalonner un terrain situé dans les limites d'un territoire sur lequel les claims peuvent être obtenus par désignation sur carte. Il est interdit, sous réserve de l'article 28, de désigner sur carte un terrain situé dans les limites d'un territoire sur lequel les claims peuvent être obtenus par jalonnement. Ces limites sont déterminées par le ministre et reproduites sur des cartes conservées au bureau du registraire conformément à l'article 70.</p> <p>28. Il est permis de désigner sur carte un terrain situé dans les limites d'un territoire sur lequel des claims peuvent être obtenus par jalonnement lorsqu'il appert que la localisation du périmètre du terrain visé par l'avis de désignation sur carte ne risque pas de soulever de conflit entre les titulaires de droits miniers.</p>	<p>28. Il est interdit de jalonner un terrain situé dans les limites d'un territoire sur lequel les claims peuvent être obtenus par désignation sur carte.</p> <p>Il est interdit, sous réserve de l'article 28.1, de désigner sur carte un terrain situé dans les limites d'un territoire sur lequel les claims peuvent être obtenus par jalonnement.</p> <p>Ces limites sont déterminées par le ministre et reproduites sur des cartes conservées au bureau du registraire conformément à l'article 60.1.</p> <p>28.1. Il est permis de désigner sur carte un terrain situé dans les limites d'un territoire sur lequel des claims peuvent être obtenus par jalonnement lorsqu'il appert que la localisation du périmètre du terrain visé par l'avis de désignation sur carte ne risque pas de</p>	<p>Les articles 27 et 28 maintiennent le jalonnement par piquets qui a été supplanté par la désignation sur carte sur la majorité du territoire du Québec.</p> <p>Après plusieurs années d'un fonctionnement satisfaisant de la désignation, le jalonnement par piquets est devenu obsolète et devrait être aboli.</p> <p>Les claims jalonnés devraient être convertis en cellules. Une mécanique et une date butoir à cet effet devrait être inscrite à la loi, avec un droit d'arbitrage pour le registraire.</p>

	soulever de conflit entre les titulaires de droits miniers.	
<p>49. Le ministre peut attribuer des claims par mise aux enchères. Toutefois, il doit procéder à l'attribution de claims par mise aux enchères lorsque l'indice de minéralisation ou la cible d'exploration atteint les critères déterminés par le ministre.</p>	<p>Le concept de vendre au plus offrant le droit d'explorer peut sembler offrir un potentiel de revenus. Ces revenus potentiels peuvent cependant s'avérer peu importants à défaut d'indices de minéralisation <u>extrêmement intéressants</u>.</p> <p>La première difficulté de mise en œuvre sera l'établissement de critères appropriés par le ministre. Ces critères devront être publics et les décisions du ministre devront être justifiées au risque de sombrer dans l'arbitraire.</p>	
<p>50. En vue de la mise aux enchères de claims, le ministre peut :</p> <p>1° identifier des indices de minéralisation et des cibles d'exploration;</p> <p>2° déterminer les territoires pour lesquels les claims seront attribués par mise aux enchères;</p> <p>3° fixer les conditions de la mise aux enchères de claims;</p> <p>4° prendre toute mesure pour prévenir et détecter la collusion et initier les plaintes relatives à une telle collusion lorsqu'il a un doute raisonnable que des personnes ou organismes auraient agi de façon collusive.</p>	<p>La deuxième difficulté de mise en œuvre sera l'identification par le MRN des territoires à cibler.</p> <p>Il n'y a pas d'expérience à fixer les conditions de mise aux enchères et il existe un risque que des conditions mal choisies réduisent l'effort d'exploration.</p>	
<p>52. Le ministre peut suspendre temporairement le droit de jalonner ou de désigner sur carte un terrain dont les limites sont indiquées sur les cartes conservées au bureau du registraire en vue de procéder à une mise aux enchères. Cette suspension prend effet, après le dépôt d'un avis au bureau du registraire, à la date indiquée sur l'avis.</p>	<p>Si le MRN ne procède pas rapidement lors d'une telle suspension, on risque de voir des territoires attrayants soustraits à l'exploration pour des périodes assez longues.</p>	
<p>74. Le titulaire de claim a droit d'accès au terrain qui en fait l'objet et peut y faire tout travail d'exploration.</p> <p>Toutefois, sur les terres concédées, aliénées ou louées par l'État à des fins autres que minières ou sur celles qui font l'objet d'un bail exclusif d'exploitation de substances minérales de surface, il ne peut exercer ces droits que suivant l'article 198.</p>	<p>65. Le titulaire de claim a droit d'accès au terrain qui en fait l'objet et peut y faire tout travail d'exploration.</p> <p>Toutefois, sur les terres concédées, aliénées ou louées par l'État à des fins autres que minières ou sur celles qui font l'objet d'un bail exclusif d'exploitation de substances minérales de surface, il ne peut exercer ces droits que suivant l'article 235.</p>	<p>Pas de commentaire sur la première partie du règlement.</p>
<p>74. (suite) Il doit, sur les terres concédées, aliénées ou louées par l'État à des fins autres que minières ou sur celles qui font l'objet d'un bail exclusif d'exploitation de substances minérales de surface, aviser le propriétaire, le locataire, le titulaire de bail exclusif d'exploitation de substances minérales de surface et la municipalité locale, de l'obtention de son claim dans les 60 jours suivant son inscription et selon les modalités déterminées par règlement.</p> <p>Lorsque le claim se trouve sur le territoire d'une municipalité locale, il doit également informer cette dernière des travaux qui seront exécutés au moins 90 jours avant le début de ces travaux.</p>	<p>Il est légitime d'aviser un propriétaire foncier de l'acquisition du droit minier, et du droit de passage qui lui est inhérent.</p> <p>Cependant les modalités proposées dans l'article 74 sont impossibles à faire en ce qui concerne les propriétaires fonciers ou irréalistes en ce qui concerne les municipalités.</p> <p>D'une part il sera impossible pour l'acquéreur du claim d'aviser tous les propriétaires fonciers. En effet, les claims peuvent faire l'objet d'ententes complexes tout comme un terrain foncier peut faire l'objet de diverses transactions (vente, location, hypothèque, droit de passage, etc.). L'arrimage du droit minier et du droit foncier ne doit pas être la</p>	

	<p>responsabilité du détenteur de claims qui n'a pas accès aux informations sur la propriété foncière.</p> <p>Comme le registraire, via la MRC ou la municipalité qui administre le compte de taxes, détient l'information sur les propriétaires et sur les claims, il serait relativement facile d'automatiser la production de tels avis via les registres informatiques.</p> <p>Le coût de production pourrait être intégré aux frais d'inscription des claims.</p> <p>Rappelons que le détenteur du titre minier n'a pas accès facilement aux registres fonciers.</p> <p>Aussi, lorsque le titre minier est abandonné ou qu'une transaction affecte le titre minier ou foncier, l'autre parti devrait être avisé. Le registraire avec les détenteurs des registres fonciers sont encore les mieux placés pour aviser les parties intéressées.</p> <p>Il est aussi important d'aviser les municipalités de l'exécution des travaux. Cette pratique est déjà en vigueur sur les territoires autochtones, inscrite dans le régime forestier, via le secteur forêt et le MDDEFP.</p> <p>Le protocole avec les municipalités devrait être harmonisé et géré sur un guichet unique.</p> <p>L'obtention des « permis d'intervention minière » est déjà un irritant pour l'industrie en raison de son traitement discrétionnaire.</p> <p>Le MRN doit conserver un rôle important pour accompagner et encadrer les municipalités qui n'ont généralement pas d'expertise en ce qui concerne l'industrie minière.</p> <p>Il faudra aussi être vigilant pour éviter des problèmes de conflits d'intérêt tels le népotisme ou autres tels que révélés récemment par la Commission Charbonneau.</p> <p>Notez que beaucoup de travaux d'exploration (tels une campagne de géochimie des sols ou des levés de géophysique) ont peu d'impact sur le terrain.</p> <p>Le délai d'avis aux municipalités devrait être réduit afin de tenir compte des réalités d'exécution et de planification (voir commentaire à l'article 81)</p>
<p>81. L'avis de jalonnement ou de désignation sur carte du claim doit être accompagné de la planification des travaux à réaliser au cours de l'année à venir. Une telle planification doit également être transmise à chaque date anniversaire de l'inscription du claim.</p>	<p>La demande d'information du public et des autorités est légitime; néanmoins, les attentes par rapport à la planification des travaux à réaliser au cours d'une année à venir doivent</p>

<p>Un compte rendu des travaux effectués en vertu de cette planification au cours de la dernière année doit être transmis au ministre à chaque date anniversaire de l'inscription du claim.</p>	<p>être modérées. En effet, les travaux à faire sur un claim lors de son acquisition sont rarement définis autrement qu'en termes très généraux. Les travaux effectivement effectués durant une année dépendent d'une foule de facteurs dont :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le financement qui varie selon les humeurs du marché; • L'évolution des travaux et l'acquisition des connaissances en cours d'année; • Les difficultés de réalisation imposées par les difficultés d'accès, les délais administratifs, la disponibilité des ressources matérielles et humaines, les aléas climatiques, etc. <p>Il existe déjà un processus de déclaration de travaux d'exploration sous la loi sur les mines, est-ce que le rapport ici demandé est un doublage et comment sera gérée cette information si elle est effectivement distincte.</p>	
<p>82. Sous réserve des articles 83 et 85 à 90, le titulaire du claim est tenu d'effectuer sur le terrain qui en fait l'objet, avant le sixième jour qui précède la date de son expiration, des travaux dont la nature et le coût minimum sont déterminés par règlement. Toutefois, les sommes dépensées en travaux d'examen de propriété et en études d'évaluation technique ne peuvent être acceptées que s'ils sont effectués dans les 48 mois suivant la date d'inscription du claim.</p> <p>Il fait rapport au ministre, avant la même date, de tous les travaux exécutés, dont ceux pour lesquels une allocation pour exploration ou une allocation pour aménagement et mise en valeur avant production peut être réclamée en vertu de la Loi sur l'impôt minier (chapitre I-0.4), qu'elle le soit ou non. Il peut toutefois, moyennant le versement d'un montant supplémentaire fixé par règlement, transmettre son rapport après cette date, pourvu que ce soit avant la date d'expiration du claim. Le rapport doit être fait conformément au règlement et être accompagné des documents qui y sont indiqués.</p>	<p>72. Sous réserve des articles 73 et 75 à 81, le titulaire du claim est tenu d'effectuer sur le terrain qui en fait l'objet, avant le sixième jour qui précède la date de son expiration, des travaux dont la nature et le coût minimum sont déterminés par règlement. Toutefois, les sommes dépensées en travaux d'examen de propriété et en études d'évaluation technique ne peuvent être acceptées que s'ils sont effectués dans les 48 mois suivant la date d'inscription du claim.</p> <p>Il en fait rapport au ministre avant la même date. Il peut toutefois, moyennant le versement d'un montant supplémentaire fixé par règlement, transmettre son rapport après cette date, pourvu que ce soit avant la date d'expiration du claim. Le rapport doit être fait conformément au règlement et être accompagné des documents qui y sont indiqués.</p>	<p>La pratique actuelle montre une certaine confusion chez le registraire et dans le milieu en ce qui concerne les « travaux d'examen de propriété et les études d'évaluation technique ». Une clarification de ces concepts serait utile.</p>
<p>84. Le ministre peut refuser tout ou partie des travaux lorsque les documents transmis :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1° sont incomplets ou non conformes au règlement; 2° ne justifient pas les montants déclarés ou le coût réel des travaux; 3° ne démontrent pas que les montants déclarés ont été déboursés uniquement pour l'exécution des travaux; 4° ont été falsifiés ou contiennent de faux renseignements; 	<p>74. Le ministre peut refuser tout ou partie des travaux lorsque les documents transmis:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1° sont incomplets ou non conformes au règlement; 2° ne justifient pas les montants déclarés ou le coût réel des travaux; 3° ne démontrent pas que les montants déclarés ont été déboursés 	<p>Les exigences de l'article 84 sont légitimes et existent déjà dans la loi. L'administration de cet aspect de la loi est malheureusement sujette à des problèmes car les délais de traitement par le registraire excèdent régulièrement le temps restant entre la remise des</p>

<p>5° déclarent des travaux qui l'ont déjà été par le titulaire de claim ou par un tiers et qui ont été acceptés dans un autre rapport.</p>	<p>uniquement pour l'exécution des travaux;</p> <p>4° ont été falsifiés ou contiennent de faux renseignements;</p> <p>5° déclarent des travaux qui l'ont déjà été par le titulaire de claim ou par un tiers et qui ont été acceptés dans un autre rapport.</p>	<p>travaux et la date du renouvellement (même en application de l'article 88).</p> <p>Si le registraire refuse alors les travaux, les claims sont automatiquement révoqués sans possibilité d'appel ou de correction. Cette pratique est extrêmement néfaste à l'exploration.</p> <p>En reconnaissant l'impossibilité pour le registraire de traiter tous les dossiers dans les délais requis, un mécanisme de gestion des dossiers affectés par de tels délais devrait être mis en place pour éviter la perte des titres suite aux délais de traitement de la part du registraire.</p>
<p>85. L'excédent des sommes dépensées pour les travaux sur le coût minimum fixé par règlement au cours d'une période de validité d'un claim ainsi que l'excédent des sommes accumulées pour un claim en date du (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de la présente loi), peut être appliqué aux six périodes subséquentes de renouvellement du claim, sous réserve des règles particulières applicables lors d'une conversion de claims jalonnés en claims désignés sur carte.</p>	<p>75. L'excédent des sommes dépensées pour les travaux sur le coût minimum fixé par le règlement est applicable aux périodes de renouvellement du claim.</p>	<p>Sans affecter la loi ou le règlement, il serait utile d'ajouter au registre des claims la date de validité des crédits disponibles pour faciliter la vérification des titres lors de transactions ou de financements.</p>
<p>94. Le titulaire d'un claim obtenu par jalonnement peut demander au ministre de le convertir en un ou plusieurs claims désignés sur carte.</p> <p>La demande de conversion doit être présentée sur la formule fournie par le ministre, contenir les renseignements déterminés par règlement et être accompagnée des documents qui y sont indiqués.</p> <p>Les claims obtenus par conversion remplacent le claim faisant l'objet de la conversion à compter de la délivrance des certificats d'inscription des claims convertis en claims désignés sur carte et la date d'inscription des claims ainsi convertis est réputée être la date de la conversion.</p> <p>La conversion d'un claim demandée en vertu du présent article s'effectue conformément aux articles 95 à 97.</p> <p>95. La date d'expiration des claims convertis en claims désignés sur carte est la même que celle du claim ayant fait l'objet de la conversion. Toutefois, lorsque la demande de conversion concerne plus d'un claim détenu sur des terrains</p>	<p>83.2. Le titulaire d'un claim obtenu par jalonnement, détenu sur un terrain situé aux Îles-de-la-Madeleine ou sur tout autre territoire que celui visé à l'article 83.1, peut également demander au ministre de le convertir en un ou plusieurs claims désignés sur carte.</p> <p>La demande de conversion doit être présentée sur la formule fournie par le ministre, contenir les renseignements déterminés par règlement et être accompagnée des documents qui y sont indiqués.</p> <p>Les claims obtenus par conversion remplacent le claim faisant l'objet de la conversion à compter de la délivrance des certificats d'inscription des claims convertis en claims désignés sur carte et la date d'inscription des claims ainsi convertis est réputée être la date de la conversion.</p>	<p>Les claims obtenus par jalonnement devraient tous être convertis en claims désignés sur carte à une date future à inscrire dans la loi.</p>

<p>contigus, le ministre détermine la date d'expiration des claims convertis en claims désignés sur carte en calculant de la manière prévue par règlement la moyenne de ce qui reste à courir des périodes de validité de l'ensemble des claims à convertir.</p> <p>Il détermine également, pour chacun des terrains faisant l'objet des claims convertis, le coût minimum des travaux exigés pour le premier renouvellement des claims suivant leur conversion en additionnant le coût minimum des travaux qui doivent être effectués sur l'ensemble des terrains qui font l'objet des claims à convertir et en répartissant le coût minimum total obtenu entre les claims convertis en fonction de leur superficie respective.</p>	<p>La conversion d'un claim demandée en vertu du présent article s'effectue conformément aux articles 83.3 à 83.5.</p> <p>83.3. La date d'expiration des claims convertis en claims désignés sur carte est la même que celle du claim ayant fait l'objet de la conversion. Toutefois, lorsque la demande de conversion concerne plus d'un claim détenu sur des terrains contigus, le ministre détermine la date d'expiration des claims convertis en claims désignés sur carte en calculant de la manière prévue par règlement la moyenne de ce qui reste à courir des périodes de validité de l'ensemble des claims à convertir.</p> <p>Il détermine également, pour chacun des terrains faisant l'objet des claims convertis, le coût minimum des travaux exigés pour le premier renouvellement des claims suivant leur conversion en additionnant le coût minimum des travaux qui doivent être effectués sur l'ensemble des terrains qui font l'objet des claims à convertir et en répartissant le coût minimum total obtenu entre les claims convertis en fonction de leur superficie respective.</p>	
<p>99. Le ministre peut, d'office ou à la demande du titulaire, fusionner les claims désignés sur carte qui sont contigus et situés à l'intérieur des limites d'un terrain dont la superficie et la forme ont été déterminées par le ministre conformément au troisième alinéa de l'article 41 en un nouveau claim désigné sur carte.</p> <p>La demande de fusion de claims du titulaire doit être présentée sur la formule fournie par le ministre, contenir les renseignements déterminés par règlement et être accompagnée du paiement des droits qui y sont fixés.</p>	<p>83.14. Le ministre peut, d'office ou à la demande du titulaire, fusionner les claims désignés sur carte qui sont contigus et situés à l'intérieur des limites d'un terrain dont la superficie et la forme ont été déterminées par le ministre conformément au troisième alinéa de l'article 42 en un nouveau claim désigné sur carte.</p> <p>La demande de fusion de claims du titulaire doit être présentée sur la formule fournie par le ministre, contenir les renseignements déterminés par règlement et être accompagnée du paiement des droits qui y sont fixés.</p>	<p>La fusion éventuelle et automatique des parcelles de cellules appartement au même détenteur est à considérer pour simplifier le système de claims.</p>
<p>SECTION IV BAIL MINIER ET CONCESSION MINIÈRE</p>		
<p>106. Le terrain qui fait l'objet du bail doit être compris dans un seul périmètre et sa superficie ne doit pas excéder 100 hectares.</p> <p>Toutefois le ministre peut, lorsque les circonstances le justifient, accepter de conclure</p>	<p>102. Le terrain qui fait l'objet du bail doit être compris dans un seul périmètre et sa superficie ne doit pas excéder 100 hectares.</p> <p>Toutefois le ministre peut, lorsque les circonstances le justifient, accepter de</p>	<p>En considération du fait que la majorité des mines récentes occupent plus de 100 hectares et que la demande du bail doit préciser les terrains visés, il n'est pas</p>

<p>un bail sur un terrain d'une superficie supérieure à 100 hectares.</p>	<p>conclure un bail sur un terrain d'une superficie supérieure à 100 hectares.</p>	<p>utile de conserver une limite de superficie qui sera dépassée régulièrement avec l'autorisation du ministre.</p>
<p>121. Le concessionnaire doit, dans les cinq ans suivant le (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de la présente loi) entreprendre des travaux d'exploitation minière.</p>	<p>118. Le concessionnaire doit, dans les délais accordés par le ministre en vertu de toute loi antérieure relative aux mines, entreprendre des travaux d'exploitation minière.</p> <p>Toutefois, le ministre peut, lorsque le concessionnaire a une raison valable, prolonger ce délai aux conditions, moyennant le versement des droits et pour la période qu'il fixe.</p>	<p>Tel que rédigé, l'article 121 lie le début de l'exploitation des mines futures à la date d'adoption de la présente loi. Est-ce bien le sens recherché?</p>
<p>164. Le titulaire de claim doit, dans les 30 jours de l'abandon, de la révocation ou de l'expiration de son droit, enlever du terrain qui en faisait l'objet tous ses biens.</p> <p>Sous réserve du premier alinéa de l'article 126, le titulaire d'un bail minier ou d'une concession minière doit, dans l'année qui suit l'abandon, la révocation ou l'expiration de son droit, enlever du terrain qui en faisait l'objet tous ses biens et tout minerai extrait. Le ministre peut, sur demande écrite, prolonger ce délai aux conditions qu'il détermine.</p> <p>Le titulaire de bail d'exploitation de substances minérales de surface doit, avant la date d'abandon, de révocation ou d'expiration du bail, enlever du terrain qui en fait l'objet tous ces biens et toutes les substances minérales de surface qu'il a extraites.</p> <p>Le délai expiré, ces biens et les substances minérales laissés sur les terres du domaine de l'État font de plein droit partie du domaine de l'État et peuvent être enlevés par le ministre aux frais du titulaire du droit minier.</p>	<p>216. Le titulaire de claim, de permis d'exploration minière ou de permis de recherche de substances minérales de surface doit, dans les 30 jours de l'abandon, de la révocation ou de l'expiration de son droit, enlever du terrain qui en faisait l'objet tous ses biens.</p> <p>Sous réserve du premier alinéa de l'article 123, le titulaire d'un bail minier ou d'une concession minière doit, dans l'année qui suit l'abandon, la révocation ou l'expiration de son droit, enlever du terrain qui en faisait l'objet tous ses biens et tout minerai extrait. Le ministre peut, sur demande écrite, prolonger ce délai aux conditions qu'il détermine.</p> <p>Le délai expiré, ces biens et le minerai laissés sur les terres du domaine de l'État font de plein droit partie du domaine de l'État ou peuvent être enlevés par le ministre aux frais du titulaire du droit minier.</p>	<p>En exploration minière, il peut s'avérer que le délai de 30 jours ne soit pas réaliste, surtout pour les régions nordiques et les travaux d'hiver.</p> <p>L'histoire nous a aussi montré que tous ne se déchargent pas de leurs obligations en ce sens et certaines entreprises n'ont plus les fonds nécessaires à la fin des travaux. Pour pallier à ces situations, il est recommandé d'offrir plus de flexibilité dans le calendrier des travaux de démantèlement et de prévoir le dépôt de garanties appropriées par les entreprises.</p> <p>Enfin, le problème des camps abandonnés n'étant pas unique à l'exploration minière, il importe que tous (pourvoyeurs, entrepreneurs de construction, etc.) soient soumis à des exigences semblables.</p>
<p>CHAPITRE VIII SUSPENSION OU RÉVOCATION D'UN DROIT MINIER PAR LE MINISTRE</p>		
<p>229. Le ministre peut révoquer :</p> <p>1° un claim, dans les trois mois qui suivent son renouvellement, lorsqu'il refuse les travaux en vertu de l'article 84, sauf lorsqu'il s'agit d'un cas visé au paragraphe 4° de cet article;</p>	<p>281. Le ministre peut révoquer:</p> <p>1° un claim, un permis d'exploration minière ou un permis de recherche de substances minérales de surface, dans les trois mois qui suivent son renouvellement, lorsqu'il refuse les travaux en vertu des articles 74, 97 ou 138, sauf lorsqu'il s'agit d'un cas visé au</p>	<p>Voir notre commentaire sur l'article 84 : il faut prévoir des mesures d'assouplissement lorsque le registraire rend sa décision trop près des dates d'échéance ou après.</p>

	paragraphe 4° de ces articles;	
CHAPITRE X POUVOIRS DU MINISTRE		
<p>250. Le ministre peut, par arrêté : 1° réserver à l'État ou soustraire à la prospection, à la recherche, à l'exploration et à l'exploitation minières toute substance minérale faisant partie du domaine de l'État et nécessaire à tout objet qu'il juge d'intérêt public, notamment la réalisation des travaux, ouvrages et objets suivants :</p>	<p>304. Le ministre peut, par arrêté: 1° réserver à l'État ou soustraire au jalonnement, à la désignation sur carte, à la recherche minière ou à l'exploitation minière tout terrain contenant des substances minérales qui font partie du domaine de l'État et nécessaire à tout objet qu'il juge d'intérêt public, notamment l'exécution des travaux et ouvrages suivants:</p>	<p>Dans la mesure du possible, il serait préférable de réserver à l'État les territoires visés afin de permettre l'exploration et l'exploitation des ressources éventuelles sous des conditions adaptées à chaque situation, le cas échéant.</p>
<p>251. Toute substance minérale faisant partie du domaine de l'État comprise dans un territoire incompatible avec l'activité minière, délimité dans un schéma d'aménagement et de développement conformément à la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, est soustraite à la prospection, à la recherche, à l'exploration et à l'exploitation minières à compter de la reproduction de ce territoire sur les cartes conservées au bureau du registraire.</p> <p>Un territoire incompatible avec l'activité minière est celui dans lequel la viabilité des activités serait compromise par les impacts engendrés par l'activité minière.</p> <p>252. Toute substance minérale faisant partie du domaine de l'État comprise dans un territoire compatible à certaines conditions avec l'activité minière, délimité dans un schéma d'aménagement et de développement conformément à la Loi sur l'aménagement et l'urbanisme, est réservée à l'État à compter de la reproduction de ce territoire sur les cartes conservées au bureau du registraire.</p> <p>Un territoire compatible à certaines conditions avec l'activité minière est celui où se déroulent des activités qui peuvent être conciliables avec l'activité minière.</p> <p>Le ministre fixe les conditions et obligations qui peuvent être imposées au titulaire de droit minier. De telles conditions et obligations peuvent également être fixées par règlement. Toutefois, le ministre peut dispenser le titulaire de claim de respecter tout ou partie des conditions et obligations ainsi prévues par règlement.</p>	<p>L'implication des communautés locales dans la gestion du territoire et des activités minières est une nécessité incontournable.</p> <p>Le retrait éventuel de grandes parties du territoire du Québec de tout développement minier pour des motifs de politique locale divers serait clairement contraire au développement durable.</p> <p>La planification de l'utilisation du territoire doit tenir compte des caractéristiques du territoire et on ne peut pas décréter des mines là où le sous-sol ne recèle aucun gisement. Citons à ce sujet le mémoire sur le projet de loi 79, déposé en mai 2010 par l'Union des municipalités du Québec: « <i>L'Union est aussi d'avis qu'il est essentiel qu'avant de prendre une décision venant compromettre le développement futur d'un territoire, une évaluation du potentiel minier soit effectuée.</i> »</p>	
CHAPITRE XI RÈGLEMENTATION		
<p>260. Le gouvernement peut, par voie réglementaire :</p> <p>23° déterminer les exigences de qualification de l'ingénieur ou du géologue certifiant le rapport exigé en application de l'article 102;</p> <p>37° prescrire les mesures de sécurité relatives aux substances minérales contenant 0,05 % ou plus d'octaoxyde de triuranium;</p> <p>48° fixer le montant de la contribution du titulaire de bail minier qui servira à la restauration des</p>	<p>306. Le gouvernement peut, par voie réglementaire:</p> <p>12.10° déterminer les exigences de qualification de l'ingénieur ou du géologue certifiant le rapport exigé en application de l'article 101;</p>	<p>Le gouvernement encadre les professionnels par d'autres lois. Il est donc superflu de prévoir une réglementation sur les qualifications des géologues et ingénieurs tel que prévu au paragraphe 23 (qui reprend une disposition de la loi actuelle qui n'a plus sa raison d'être).</p> <p>Vu le nombre de sites d'extraction abandonnés sans restauration, il importe</p>

sites miniers abandonnés;		d'ajouter une disposition permettant d'obtenir une contribution liée à la production de toutes les exploitations de substances minérales de surface. Cet argent serait versé à un fond devant servir à la restauration des exploitations abandonnées. L'Ontario a un tel fond depuis des années et il lui a été possible de restaurer un grand nombre d'anciennes carrières.
CHAPITRE XII DISPOSITIONS PÉNALES		Les dispositions pénales sont disproportionnées par rapport aux infractions énumérées.
<p>267. Commet une infraction et est passible, dans le cas d'une personne physique, d'une amende de 1 000 \$ à 100 000 \$ et, dans les autres cas, d'une amende de 3 000 \$ à 600 000 \$, quiconque :</p> <p>1° contrevient à l'une des dispositions des articles 18, 19, 25, 48, 169 à 175 ou 230;</p> <p>2° endommage un site géologique exceptionnel classé par le ministre en vertu de l'article 255 ou détruit ou altère un bien situé sur un tel site;</p> <p>3° contrevient à une disposition d'un règlement dont la violation constitue une infraction en vertu du paragraphe 49° de l'article 260;</p> <p>4° interdit ou rend difficile l'accès à un terrain contenant des substances minérales qui font partie du domaine de l'État à une personne autorisée par le ministre à y effectuer des travaux de recherche et d'inventaire géologiques et qui, sur demande, s'identifie et exhibe le certificat signé par le ministre attestant sa qualité.</p>	<p>314. Quiconque contrevient à l'une des dispositions des articles 19, 157, 165, 176 ou 227 est passible d'une amende de 250 \$ à 2 325 \$ dans le cas d'un individu et, dans le cas d'une personne morale, de 475 \$ à 4 650 \$.</p> <p>En cas de récidive, le contrevenant est passible d'une amende de 475 \$ à 4 650 \$ dans le cas d'un individu et, dans le cas d'une personne morale, de 950 \$ à 9 275 \$.</p>	<p>Paragraphe 1, référence aux articles 18, 19 et 25 : comme le permis de prospecteur est remis sur simple demande, les sanctions pour le défaut de produire un tel permis sont difficiles à justifier.</p> <p>L'élimination du statut de prospecteur règle aussi ces sanctions...</p>
<p>268. Commet une infraction et est passible, dans le cas d'une personne physique, d'une amende de 2 500 \$ à 250 000 \$ et, dans les autres cas, d'une amende de 7 500 \$ à 1 500 000 \$, quiconque contrevient à l'une des dispositions des articles 26, 30, 91, 152, 196 ou 213.</p>	<p>a. 30 : Éliminons le jalonnement par piquets et il ne sera plus possible de jalonner les terrains soustraits car la désignation sur cartes est sous le contrôle du ministre.</p> <p>a. 91 : nos commentaires concernant l'article 91 mènent à éliminer cette sanction.</p>	
<p>269. Commet une infraction et est passible, dans le cas d'une personne physique, d'une amende de 5 000 \$ à 500 000 \$ et, dans les autres cas, d'une amende de 15 000 \$ à 3 000 000 \$, quiconque contrevient à l'une des dispositions des articles 101, 130, 164, 177, 179, 180, 187, 195, 200 ou 201.</p>	<p>Comme les roches contiennent de l'uranium à des teneurs diverses, l'énoncé de l'article 177 est tellement vague que le ministre pourrait devoir autoriser tous les sondages d'exploration minière. La sanction prévue est injustifiée en relation avec les autres actions sanctionnées par l'article 269.</p>	
CHAPITRE XIII DISPOSITIONS MODIFICATIVES		
<p>279. L'article 53.7 de cette loi est modifié par l'addition, à la fin du premier alinéa, des phrases suivantes : « Dans le cas d'un règlement modificatif qui, en vertu du paragraphe 7°</p>		L'intervention du ministre des Ressources naturelles est

<p>du premier alinéa de l'article 6, délimite au schéma un territoire incompatible avec l'activité minière ou un territoire compatible à certaines conditions avec l'activité minière au sens des articles 251 et 252 de la Loi sur les mines (indiquer ici l'année et le numéro de chapitre de la présente loi), ou modifie les limites d'un tel territoire, l'avis doit indiquer que la modification proposée ne respecte pas les orientations gouvernementales si le ministre a reçu du ministre des Ressources naturelles et de la Faune un avis motivé selon lequel elle ne respecte pas une orientation gouvernementale élaborée aux fins de l'établissement d'un tel territoire. L'avis du ministre des Ressources naturelles et de la Faune doit être reçu par le ministre au plus tard le trentième jour suivant celui où ce dernier lui a demandé son avis conformément à l'article 267. ».</p>	<p>effectivement essentielle dans toute initiative visant à limiter les territoires ouverts à l'exploration minière car son ministère est le gardien des connaissances sur le patrimoine du sous-sol du Québec.</p> <p>Néanmoins, en imposant des délais de réponse respectifs de 30 ou 60 jours, le risque est élevé que la réponse ne soit pas donnée en temps voulu. Quelle sera la conséquence d'un défaut de répondre du ministre dans les délais prescrits? Est-ce que la restriction proposée est alors adoptée d'office? Comme ces décisions ne sont pas urgentes et qu'elles affecteront le développement du Québec à long terme, il serait préférable que la réponse du ministre des ressources naturelles soit attendue.</p>
<p>280. Cette loi est modifiée par l'insertion, après l'article 53.14, du suivant : « 53.14.1. Le ministre des Ressources naturelles et de la Faune, s'il est d'avis qu'il est nécessaire de permettre l'exercice d'activités minières sur une partie déterminée du territoire, peut, au moyen d'un avis motivé qui indique la nature et l'objet des modifications à apporter, demander des modifications à un schéma en vigueur afin de revoir la délimitation de tout territoire incompatible avec l'activité minière ou compatible à certaines conditions avec l'activité minière au sens des articles 251 et 252 de la Loi sur les mines (indiquer ici l'année et le numéro de chapitre de la présente loi). Les troisième et quatrième alinéas de l'article 53.12 s'appliquent, compte tenu des adaptations nécessaires, à l'égard d'une demande faite conformément au premier alinéa. ».</p>	
<p>281. L'article 56.14 de cette loi est modifié par l'addition, à la fin du premier alinéa, des phrases suivantes : « Dans le cas d'un schéma révisé qui, en vertu du paragraphe 7° du premier alinéa de l'article 6, délimite un territoire incompatible avec l'activité minière ou un territoire compatible à certaines conditions avec l'activité minière au sens des articles 251 et 252 de la Loi sur les mines (indiquer ici l'année et le numéro de chapitre de la présente loi), ou modifie les limites d'un tel territoire, l'avis doit indiquer que le schéma ne respecte pas les orientations gouvernementales si le ministre a reçu du ministre des Ressources naturelles et de la Faune un avis motivé selon lequel il ne respecte pas une orientation gouvernementale élaborée aux fins de l'établissement d'un tel territoire. L'avis du ministre des Ressources naturelles et de la Faune doit être reçu par le ministre au plus tard le soixantième jour suivant celui où ce dernier lui a demandé son avis conformément à l'article 267. ».</p>	
<p>303. Les délimitations à des fins non exclusives de récréation, de tourisme ou de conservation de la flore et de la faune établies en vertu du paragraphe 1.1° du premier alinéa de l'article 304 de la Loi sur les mines (chapitre M-13.1), tel qu'il se lisait le (indiquer ici la date qui précède celle de l'entrée en vigueur de la présente loi), sont réputées être des réserves à l'État en vertu de l'article 250 de la présente loi.</p>	<p>Quelle est l'urgence de geler l'exploration sur une grande partie du sud du Québec pour un temps indéterminé?</p> <p>Est-ce que les conséquences d'un tel gel ont été évaluées.</p>
<p>304. Est soustraite à la prospection, à la recherche, à l'exploration et à l'exploitation minières, à compter du (indiquer ici la date de l'entrée en vigueur de la présente loi), toute substance minérale faisant partie du domaine de l'État comprise dans un périmètre urbanisé reproduit sur les cartes conservées au bureau du registraire, jusqu'à ce que les territoires prévus aux articles 251 et 252 soient établis.</p>	

Mémoire 13-02 : COMMENTAIRES

PROJET DE LOI 43 : Loi sur les mines

Annexe 2

La présente annexe reproduit avec permission divers documents publiés par d'autres afin de donner un éclairage additionnel au public et aux parlementaires.

Les documents concernent, dans l'ordre de présentation :

- Importance de multiples ressources minérales dans la vie quotidienne, Tableau et figure. Extrait de *Géologie des ressources minérales*, Michel Jébrak et Éric Marcoux, 2008.
- Uranium : informations générales sur la répartition de l'uranium, son exploitation et ses propriétés. Tiré de Wikipédia.
- Uranium : liste de 249 minéraux contenant de l'uranium. Adapté de <http://webmineral.com/>

Tableau 1.1 - Ressources minérales et vie quotidienne : quelques exemples. Seules les principales ressources minérales sont mentionnées (plus de trente entrent dans la fabrication d'un ordinateur, plus de quatre-vingts dans celle d'une voiture) qu'elles soient employées brutes, calcinées (briques et tuiles issues d'argiles, mullite issue d'andalousite, ciment provenant de calcite et d'argiles, etc.), ou sous forme dérivée (acide sulfurique issu du soufre dans les batteries automobiles, par exemple). Les minéraux mentionnés sont les plus fréquemment rencontrés, mais les compositions de nombreux matériaux, notamment des composites, varient selon les fabricants et évoluent rapidement.

	Andalousite	Argiles	Barytine	Calcite	Feldspath	Fluorine	Graphite	Kaolin	Gypse	Métaux	Mica	Pierres, ardoises, granulats	Silice	Soufre	Syénite néphélinique	Talc	Vermiculite	Produits pétroliers
Gros-oeuvre																		
murs et cloisons		X		X					X			X	X				X	X
charpente et toiture		X								X		X						
revêtements sols		X																X
Bureau																		
ordinateur					X					X	X		X					X
téléphone				X						X								X
meuble										X								X
livres				X				X										
moquettes			X	X				X					X					X
papiers peints				X							X							
peintures				X				X								X		
Cuisine																		
ustensiles		X			X			X		X			X					X
barquettes alimentaires et cannettes										X								X
évier		X			X			X		X					X			
électroménager	X				X					X			X		X			X
produits d'entretien				X									X					
Salle de bains																		
sanitaires		X			X			X		X					X			X
cosmétique et pharmacie		X	X	X		X					X		X			X		X
miroir					X					X			X		X			
Voiture																		
moteur		X			X		X	X		X				X				X
carrosserie							X	X		X						X		X
pneus							X			X			X	X				X
habitacle			X	X				X					X			X		X
système de freinage			X				X			X							X	

Ressources minérales et civilisations 3

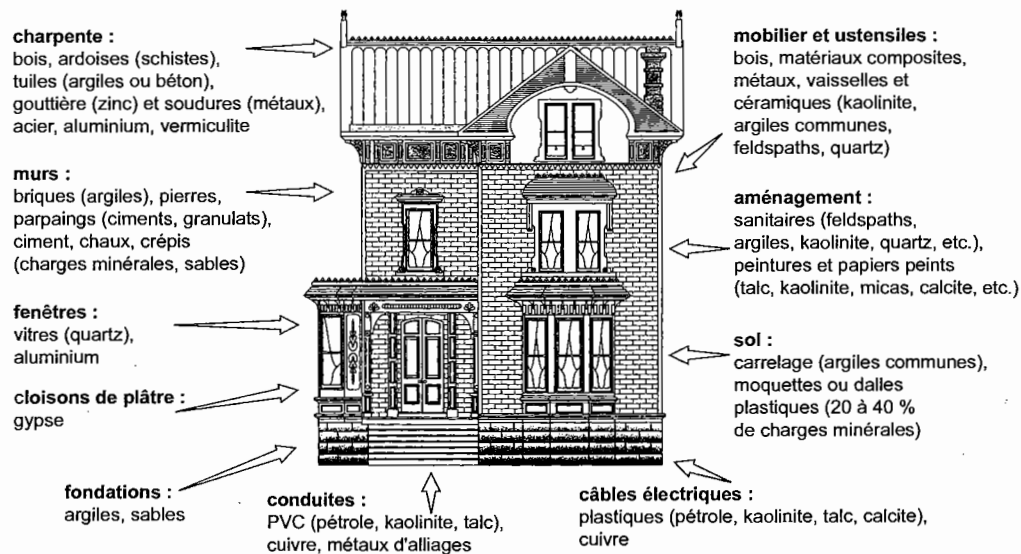


Figure 1.1 - Une maison « minérale » : principales ressources minérales employées pour la construction et l'aménagement d'une maison d'habitation standard.

Uranium

L'**uranium** est un élément chimique de symbole **U** et de numéro atomique **92**. C'est le 48^e élément naturel en termes d'abondance⁷, son abondance est supérieure à celle de l'argent, comparable à celle du molybdène ou de l'arsenic, quatre fois moins abondant que le thorium. Il se trouve partout à l'état de traces, y compris dans l'eau de mer.

C'est un métal lourd radioactif (émetteur alpha) de période très longue (~ 4,5 milliards d'années pour l'uranium 238 et ~ 700 millions pour l'uranium 235). Sa faible radioactivité, additionnée à celle de ses descendants dans sa chaîne de désintégration, génère une puissance de 0,1 watt par tonne, ce qui en fait, avec le thorium (quatre fois plus abondant, mais trois fois moins radioactif), la principale source de chaleur qui tend à maintenir les hautes températures du manteau terrestre, en ralentissant de beaucoup son refroidissement.

L'isotope ²³⁵U est le seul isotope fissile naturel. Sa fission libère une énergie voisine de 200 MeV par atome fissionné. Cette énergie est plus d'un million de fois supérieure à celle des combustibles fossiles pour une masse équivalente. De ce fait, l'uranium est devenu la principale matière première utilisée par l'industrie nucléaire.

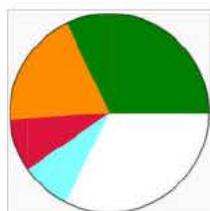
Pour son utilisation dans les réacteurs nucléaires, les réserves 3P (Prouvées + Probables + Possibles) d'uranium étaient estimées par l'AIEA à 5,4 millions de tonnes dans le monde en 2009⁸, réparties essentiellement entre l'Australie (31 %), le Kazakhstan (12 %), le Canada (9 %) et la Russie (9 %)⁹; la production mondiale s'est élevée quant à elle à environ 50 000 tonnes en 2009⁷, répartis entre le Kazakhstan (28 %), le Canada (20 %), l'Australie (16 %), la Namibie (9 %), la Russie (7 %), le Niger (6 %) et l'Ouzbékistan (5 %).

Sommaire

- 1 Uranium naturel
 - 1.1 Abondance et répartition
 - 1.2 Dans l'eau de mer et les eaux naturelles
 - 1.3 Découverte
 - 1.4 Gisements et exploitation
 - 1.5 Cinétique hydrogéologique
 - 1.6 Synthèse chimique des fluorures d'uranium (UFx)
- 2 Propriétés
 - 2.1 Propriétés radiologiques
 - 2.1.1 Produit fissile naturel
 - 2.1.2 Les isotopes de l'uranium naturel
 - 2.1.3 Activité massique
 - 2.2 Propriétés chimiques
 - 2.3 Dérivé organo-uranién
- 3 Applications
 - 3.1 Utilisations historiques
 - 3.2 Industrie nucléaire
 - 3.3 Contrôle des matières nucléaires
 - 3.4 Uranium appauvri
- 4 Toxicité
 - 4.1 Toxicité chimique
 - 4.2 Radioactivité
 - 4.3 Effets sur la reproduction
 - 4.4 Effets sur le développement
 - 4.5 Normes
- 5 Prix
- 6 Notes et références
- 7 Voir aussi
 - 7.1 Bibliographie
 - 7.2 Articles connexes
 - 7.3 Liens externes

Uranium naturel

Le minéral d'uranium qui a été exploité par l'homme sur Terre possède une teneur en uranium pouvant varier de 0,1 % jusqu'à 20 %. L'uranium est dit *naturel* quand il est constitué d'isotopes dans leur proportion d'origine (identique pour tous les minerais d'uranium)¹⁰ : soit 99,3 % d'uranium-238 accompagné de 0,7 % de d'uranium-235 et d'une quantité infime d'isotope 234.



Abondance et répartition

L'uranium est réparti dans les profondeurs du globe terrestre. La désintégration d'uranium 238 et 235 et d'autres radionucléides¹¹ entretient encore en énergie thermique le noyau terrestre, mais surtout¹² le manteau rocheux terrestre, et donc toute la géothermie.

Il est plus abondant dans la nature que l'or ou l'argent¹³. Il est également présent dans toute l'écorce terrestre, surtout dans les terrains granitiques et sédimentaires, à des teneurs d'environ 3 g/tonne¹⁴. Ainsi, le sous-sol d'un jardin sur un carré de 20 m de côté peut-il en contenir, sur une profondeur de 10 m, environ 24 kg. Ce qui fait de l'ordre du millier de milliards de tonnes rien que pour l'écorce terrestre, sans compter le manteau.

En termes de réserve mondiale, cependant, l'immense majorité de cette masse est bien sûr inexploitable dans les conditions économiques actuelles. La valeur du minéral varie beaucoup selon les roches, de 0,1 ppm dans les carbonates à 350 ppm dans les phosphates¹⁵.

L'eau de mer contient environ 3 mg d'uranium par m³ selon le CEA et la COGEMA¹⁶, soit 4,5 milliards de tonnes d'uranium dissous dans les océans.

Les eaux douces en contiennent souvent aussi en diverses concentrations ; dont par exemple le Rhône qui en charrie environ 29 t/an, provenant essentiellement du ruissellement des roches uranifères des Alpes. Pourtant, en extraire de l'eau ne serait pas énergétiquement rentable¹⁷.

La production industrielle a commencé après 1945 pour atteindre 10 000 t/an dès 1953, 50 000 t en 1958, décroît jusqu'à 30 000 t en 1965, remonte jusqu'à un plateau de 65 000 en 1980, redescend jusqu'à 30 000 t dans les années 1990 et remonte dans les années 2000.

En 2009, la production mondiale était estimée à 50 572 tonnes, dont 27,3 % extraites du Kazakhstan qui a connu une forte hausse de production dans les années 2000 passant de 3 300 t en 2001 à 17 803 t en 2003. Cette hausse s'est poursuivie en faisant le leader mondial avec 33 % (soit 17 803 tonnes en 2010)¹⁸ et d'importantes réserves minières (17 % de la réserve mondiale). Selon l'OCDE, l'intensification de la production de ce pays a permis une augmentation de plus de 25 % de la production mondiale de 2008 à 2010¹⁹.

D'autres ressources importantes sont détenues par le Canada (20,1 %), l'Australie (15,7 %), la Namibie (9,1 %), la Russie (7,0 %), et le Niger (6,4 %)²⁰. De nouvelles ressources ont été trouvées, mais avec des coûts d'extraction et/ou raffinage augmentés¹⁹.

L'uranium est une ressource non renouvelable (comme tous les métaux), non recyclable, et pas toujours facilement exploitable dans des conditions socialement,

Uranium

Protactinium ← Uranium → Neptunium

Nd
↑
U
↓
Uqb

Tableau complet • Tableau étendu

Informations générales					
Nom, symbole, numéro	Uranium, U, 92				
Série chimique	Actinides				
Groupe, période, bloc	L/A, 7, f				
Masse volumique	19,1 g·cm ⁻³				
Couleur	Gris métallique				
N° CAS	7440-61-1				
N° EINECS	231-170-6				
Propriétés atomiques					
Masse atomique	238,02891 ± 0,00003 u ¹				
Rayon atomique (calc)	175 pm				
Rayon de covalence	1,96 ± 0,07 Å ²				
Rayon de van der Waals	186				
Configuration électronique	[Rn] 7s ² 5f ³ 6d ¹				
Électrons par niveau d'énergie	2, 8, 18, 32, 21, 9, 2				
État(s) d'oxydation	+3, +4, +5, +6				
Oxyde	base faible				
Structure cristalline	Orthorhombique				
Propriétés physiques					
État ordinaire	Solide				
Point de fusion	1 135 °C ¹				
Point d'ébullition	4 131 °C ¹				
Énergie de fusion	15,48 kJ·mol ⁻¹				
Énergie de vaporisation	477 kJ·mol ⁻¹				
Volume molaire	12,49×10 ⁻⁶ m ³ ·mol ⁻¹				
Pression de vapeur	1,63×10 ⁻⁸ Pa à 453,7 K [ref. nécessaire]				
Vitesse du son	3 155 m s ⁻¹ à 20 °C				
Divers					
Électronégativité (Pauling)	1,38				
Chaleur massique	120 J·kg ⁻¹ ·K ⁻¹				
Conductivité électrique	3,8×10 ⁶ S·m ⁻¹				
Conductivité thermique	27,6 W·m ⁻¹ ·K ⁻¹				
Énergies d'ionisation ³					
1 ^e	6,1941 eV				
2 ^e	10,6 eV				
Isotopes les plus stables					
Iso	AN	Période	MD	Ed MeV	PD
232U	{syn.}	68,9 a	α FS cluster	5,414 — ?	228Th PF Pb
233U	{syn.}	159,2 ka	α FS cluster	4,909 — ?	229Th PF Pb
234U	0,0056 %	245,5 ka	α FS clusters	4,859 — ?	230Th PF Pb ; Hg
235U	0,720 %	703,8 Ma	α FS clusters	4,679 — ?	231Th PF Pb ; Hg
236U	{syn.}	23,42 Ma	α FS cluster	4,572 — ?	232Th PF 206Hg
238U	99,2745 %	4,4688 Ga	α FS	4,270 —	234Th PF

économiquement et/ou écologiquement acceptables. Les réserves facilement accessibles sont en cours d'épuisement, mais il reste des réserves plus coûteusement accessibles pour au moins un siècle selon l'OCDE²¹ et qui seront épuisées dans moins d'un siècle, selon les experts du Energy Watch Group. La quantité d'énergie extractible à partir de l'uranium naturel pourrait théoriquement être multipliée (jusqu'à 40 fois^[réf. nécessaire]) grâce à la surgénération et au retraitement qui permettraient de fissionner la majeure partie des atomes d'uranium initialement extrait de la mine.

Article détaillé : Réserves mondiales

Dans l'eau de mer et les eaux naturelles

Cette section **ne cite pas suffisamment ses sources** (juillet 2008). Pour l'améliorer, ajouter en note des références vérifiables ou les modèles {{refnec}} ou {{refsou}} sur les passages nécessitant une source

Les concentrations en uranium (l'élément chimique uranium) dans les eaux « naturelles » sont les suivantes :

- L'eau de mer : 3,3 µg/l²²
- Le Rhône : 0,56 µg/l (débit annuel d'uranium = 29 tonnes)
- L'Indus : 4,94 µg/l
- Le Gange : 7 µg/l
- Le Huang He : 7,5 µg/l

Dans les eaux de boisson :

- Eau de Badoit : 58 µg/l à la source, 5,45 µg/l après traitement²³
- Eau de Vichy : 20 µg/l ^[réf. nécessaire]

Le seuilOMS pour les eaux de boisson était fixé jusqu'en 2011 à 15 µg/l²⁴, puis en 2011 la quatrième édition des "Directives pour la qualité de l'eau de boisson" l'a fixé à 30 µg/l²⁵

Découverte

L'uranium est mis en évidence en 1789 par le chimiste prussien Martin Heinrich Klaproth qui examine un morceau de roche qu'on lui a apporté de Saint Joachimsthal²⁶. Cette roche est de la pechblende (UO₂), un minerai d'uranium. Klaproth donna le nom d'« urane » ou « uranite » au composé qu'il venait d'identifier, en référence à la découverte de la planète Uranus faite par William Herschel 8 ans plus tôt (1781).

Ce n'est qu'en 1841 que le chimiste français Eugène-Melchior Péligot établit que l'urane était composé de deux atomes d'oxygène et d'un de métal qu'il isola et nomma uranium. Il estima alors²⁷ la masse volumique de l'uranium à 19 g/cm³.

Le Français Henri Becquerel ne découvrit la radioactivité de l'uranium que beaucoup plus tard, en 1896, lorsqu'il constata que des plaques photographiques placées à côté de sels d'uranium avaient été impressionnées sans avoir été exposées à la lumière. Les plaques avaient été noircies par les rayonnements émis par les sels : c'était la manifestation d'un phénomène jusqu'alors inconnu, la radioactivité naturelle.

Gisements et exploitation

Article détaillé : Extraction de l'uranium

Le minerai d'uranium est appelé uraninite, ou pechblende. Les cinq plus gros producteurs au monde sont le Kazakhstan, le Canada, l'Australie, le Niger et la Namibie²⁸. Il est néanmoins trop peu concentré en isotope fissile pour être utilisé directement dans les centrales nucléaires de type Pressurized Water Reactor. C'est la raison pour laquelle il doit être purifié sous forme de yellowcake puis enrichi en uranium 235 dans des centrifugeuses. Les centrales de type CANDU utilisent l'uranium naturel mais exigent beaucoup d'eau lourde comme modérateur.

Un *Centre de recherche sur la géologie de l'uranium* (Cregu) a été créé dans les années 1980, à Vandœuvre-lès-Nancy pour mieux connaître la géologie et la géochimie de l'uranium et faciliter l'accès des prospecteurs à cette ressource²⁹, par exemple en le reliant aux discordances géologiques connues ou à découvrir³⁰.

Cinétique hydrogéologique

La solubilité de l'uranium est liée aux conditions d'oxydoréduction du milieu. Dans des conditions oxydantes (augmentation de la concentration en oxygène dissous), l'uranium devient plus facilement soluble (passage de la valence IV à la valence VI). Les conditions oxydantes favorisent la complexation de l'uranium en solution avec certains ligands¹⁵. Les principaux ligands sont, par ordre d'affinité décroissante :

- les carbonates,
- les groupements hydroxyles,
- les phosphates

L'uranium présente une très forte affinité pour les oxyhydroxydes de fer¹⁵. Cette adsorption peut s'effectuer très rapidement lors de changements des conditions d'oxydoréduction, une diminution de la teneur en oxygène (condition réductrice) engendre une précipitation rapide de l'uranium sous formes d'oxyde (UO₂)¹⁵. C'est une telle précipitation qui est par exemple à l'origine du gisement d'Oklo.

Synthèse chimique des fluorures d'uranium (UFx)

Deux étapes sont nécessaires à la synthèse :

- le raffinage :
 - Le minerai d'uranium pulvérisé « yellowcake » — est dissous dans l'acide nitrique, fournissant une solution de nitrate d'uranyle UO₂(NO₃)₂
 - éventuellement filtration
 - Le nitrate d'uranyle pur est obtenu par extraction par solvant, avec une solution de TBP

Cette étape permet d'obtenir un nitrate d'uranyle UO₂(NO₃)₂ de grande pureté (>99,95 %)

- la conversion en elle-même :
 - précipitation du nitrate d'uranyle par l'ammoniac gazeux pour obtenir du diuranate d'ammonium (NH₄)₂U₂O₇ (DUA),
 - calcination du diuranate d'ammonium, vers 400 °C, pour produire l'UO₃,
 - réduction de l'UO₃ par l'hydrogène pour obtenir de l'UO₂,
 - hydrofluoration d'UO₂ par l'acide fluorhydrique HF dans un four pour produire du tétrafluorure d'uranium UF₄,
 - réduction de l'UF₄ avec du calcium finalement pour obtenir du métal pur



T+

Symboles

T+ Très toxique

Phrases R

R33 Danger d effets cumulatifs.
R53 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour l environnement aquatique.
R26/28 Très toxique par inhalation et par ingestion.

Phrases S

S45 En cas d accident ou de malaise, consulter immédiatement un médecin (si possible, lui montrer l étiquette).
S61 Éviter le rejet dans l environnement. Consulter les instructions spéciales/la fiche de données de sécurité.
(S1/2) Conserver sous clef et hors de portée des enfants.
S20/21 Ne pas manger, ne pas boire et ne pas fumer pendant l utilisation.

Phrases R 26/28, 33, 53,

Phrases S (1/2), 20/21, 45, 61,

SIMDUT⁵

Produit non classifié

La classification de ce produit n'a pas encore été validée par le Service du répertoire toxicologique

Divulgateur à 1,0% selon la liste de divulgation des ingrédients

SGH⁶



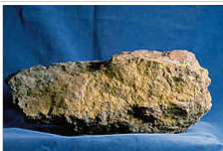
Danger

H300, **H330**, **H373**, **H413**,
H300 Mortel en cas d'ingestion
H330 Mortel par inhalation
H373 Risque présumé d'effets graves pour les organes (indiquer tous les organes affectés, s'ils sont connus) à la suite d'expositions répétées ou d'une exposition prolongée (indiquer la voie d'exposition s'il est formellement prouvé qu'aucune autre voie d'exposition ne conduit au même danger)
H413 Peut entraîner des effets néfastes à long terme pour les organismes aquatiques

Unités du SI & CNTP, sauf indication con traire.



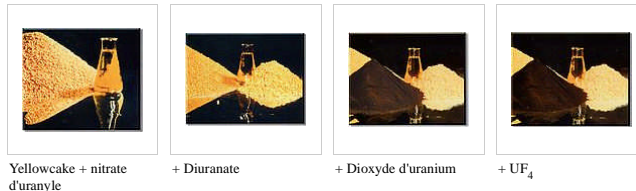
L'uranite, ou pechblende, est le minerai d'uranium le plus commun.



Minerai d'uranium.



Section polie de pechblende



Papier photographique impressionné par le rayonnement de la pechblende (reproduction de l'expérience de Becquerel)

Propriétés

Propriétés radiologiques

Article connexe : médecine nucléaire

Produit fissile naturel

L'uranium 235 est le seul nucléide naturel qui soit fissile (ou, très rarement, fissible), autrement dit il peut, par capture de neutron, se scinder en deux noyaux fils avec émission de neutrons (fission nucléaire). Par suite, l'uranium enrichi en cet isotope est aujourd'hui utilisé comme combustible nucléaire dans les réacteurs nucléaires (voir cycle du combustible nucléaire) ou encore dans les armes nucléaires, que ce soient les bombes atomiques, ou comme amorce dans les bombes H.

Au contraire de l'uranium 235, l'uranium 238, lorsqu'il capture un neutron, ne fissionne pas (sauf neutrons rapides). Il devient de l'uranium 239 instable qui, par désintégration β⁻, va se transformer en neptunium 239. Or ce dernier est lui aussi radioactif β⁻, et va alors donner naissance à un nouveau noyau, le plutonium 239. Ce radioisotope est fissile, comme l'uranium 235. L'uranium 238 est un isotope fertile, qui peut produire des produits fissiles.

L'uranium 234 n'est, lui, ni fissile, ni fertile, et provient de la décomposition radioactive de l'uranium 238 comme indiqué dans la précédente section.

La fission d'un atome d'uranium 235 libère de l'ordre de 200 MeV (la valeur exacte dépendant des produits de fission). De même, la fission d'un atome de plutonium 239 libère de l'ordre de 210 MeV. Ces valeurs sont à comparer avec celles de la combustion de carburants fossiles, qui libèrent de l'ordre de 5 eV par molécule de CO₂ produit³¹ : l'ordre de grandeur des énergies libérées par les combustibles nucléaires est un million de fois plus importante que celle des énergies fossiles chimiques.

Le potentiel d'énergie de l'uranium n'est exploité que très partiellement dans les réacteurs actuels, mais la différence reste nette : 1 kg d'uranium naturel permet la production d'environ 500 000 MJ³² dans un réacteur conventionnel, à comparer avec les 49 MJ obtenus par 1 kg de gaz naturel, 45 MJ pour 1 kg de pétrole, et 20 à 30 MJ pour le charbon³³.

Les isotopes de l'uranium naturel

Article détaillé : isotopes de l'uranium

L'uranium a 17 isotopes, tous radioactifs, dont 3 seulement sont présents à l'état naturel : ²³⁸U, ²³⁵U et ²³⁴U. On trouve dans une tonne d'uranium naturel pur 7,1 kg d'uranium 235 et 54 g d'uranium 234, le reste étant de l'uranium 238.

Uranium 238 et Uranium 235

Les isotopes ²³⁸U et ²³⁵U ont beaucoup d'applications, militaires notamment, mais aussi civiles, comme, par exemple, la datation de l'âge de la Terre à partir de la datation radiométrique par l'uranium-plomb ou par l'uranium-thorium.

Quelles que soient les teneurs en uranium des milieux, les proportions entre les deux principaux isotopes formant l'uranium naturel sont pratiquement les mêmes : ²³⁸U : 99,28 % ; ²³⁵U : 0,71 % ; ²³⁴U : 0,01 %.

La proportion d'²³⁵U décroît à l'échelle des temps géologiques. Leur rapport de formation dans une supernova est de un à 1,65³⁴, c'était (approximativement) la proportion de l'uranium présent sur Terre il y a ~4,5 milliards d'années, ce qui est juste inférieur à l'âge de la formation de ces isotopes (voir formation et évolution du système solaire).

Il y a deux milliards d'années, lors de la période de fonctionnement du réacteur nucléaire naturel d'Oklo, la proportion d'²³⁵U était encore de près de 4 %, ce qui a permis à ce gisement d'atteindre la criticité, lors de la précipitation des composés dissous formant le nouveau minerai.

Uranium 234

Le troisième isotope, ²³⁴U, appartient à la chaîne de désintégration de l'²³⁸U.

L'isotope 234 est toujours présent sur Terre, à l'état de traces, bien qu'il ait une demi-vie de seulement 245 500 ans : car il est constamment généré par désintégration radioactive de l'isotope 238 (après 3 étapes : une transition α donnant ²³⁴Th, puis deux transitions β⁻ donnant ²³⁴Pa, puis ²³⁴U). Quand il est à l'équilibre séculaire, la proportion entre ²³⁸U et ²³⁴U est égale au rapport des demi-vies, soit 0,0056 %.

Cependant, les rapports isotopique peuvent varier légèrement d'un gisement à l'autre, entre 0,005 % et 0,006 % pour l'²³⁴U³⁵, du fait d'une légère différence de comportement dans le changement U⁶⁺ ↔ U⁴⁺³⁶. Le rapport isotopique ²³⁴U/²³⁸U peut être perturbé par différents processus environnementaux, tandis que le rapport ²³⁵U/²³⁸U reste assez largement constant¹³.

Autres isotopes

L'industrie nucléaire produit deux autres isotopes artificiels de l'uranium, relativement stables à échelle humaine :

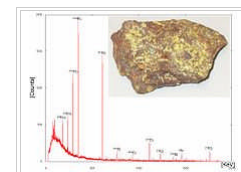
- L'isotope 236 est produit en réacteur par irradiation de l'isotope 235, qui dans près de 18 % des cas ne fissionne pas mais absorbe un neutron. Il tend à s'accumuler dans l'uranium de recyclage, dont il augmente fortement la radioactivité, et dont (étant neutrophage) il diminue le potentiel énergétique. Bien qu'ayant une demi-vie de 23 millions d'années, presque du centuple de celle de l'isotope 234, cet isotope a disparu depuis longtemps dans la nature. Son produit est du thorium 232, qui s'est « confondu » au thorium 232 « initial » et se trouve à présent majoritairement sous cette forme ainsi que des éléments de sa chaîne de désintégration.
- L'isotope 233 est un élément fissile produit en réacteur par irradiation du thorium. Il est à la base du cycle du thorium. Sa demi-vie de 159 000 ans est largement supérieure à celle du plutonium.

Activité massique

L'uranium pur est radioactif, son activité massique dépendant à la fois de son enrichissement, et de la fraîcheur de sa purification chimique.

Si l'on considère les isotopes purs de l'uranium, ²³⁸U a une activité massique de 12,4 Bq/mg, ²³⁵U de 80 Bq/mg, et ²³⁴U de 230 Bq/μg, soit 230 000 Bq/mg — quatre ordres de grandeur au-dessus des précédents.

- L'uranium naturel, quand il est chimiquement purifié (essentiellement composé de ²³⁵U et de ²³⁸U en équilibre avec son descendant ²³⁴U), a une activité spécifique de l'ordre de 25 Bq/mg. En amont, à poids égal d'uranium, la radioactivité d'un minerai, où il est en équilibre avec tous les éléments radioactifs de sa chaîne de désintégration, est naturellement 3 (si le radon peut s'échapper) à 7 fois plus importante.
- L'uranium enrichi est plus actif, partiellement du fait de l'activité plus importante de ²³⁵U (6,33 fois plus radioactif que l'²³⁸U), mais surtout à cause de la concentration différentielle en ²³⁴U (10 000 fois plus radioactif que ²³⁸U), toujours présent à l'état de traces dans la chaîne de désintégration de l'isotope 238. Elle atteint typiquement 2 500 Bq/mg pour un enrichissement de 90 % (uranium dit de qualité militaire). Pour les enrichissements de l'ordre de 3 %, destinés aux centrales nucléaires, l'activité spécifique est de l'ordre de 60 Bq/mg.
- Inversement, l'uranium appauvri est presque entièrement débarrassé non seulement de sa fraction de l'isotope 235, mais également de son descendant l'isotope 234. Immédiatement après l'enrichissement, son activité massique tend à se rapprocher de celle de ²³⁸U pur, c'est-à-dire de l'ordre de 12,5 Bq/mg (en pratique, un peu plus du fait de la présence résiduelle d'²³⁵U). Cependant, l'équilibre entre ²³⁸U et ses deux premiers descendants (le thorium 234 de période 24 jours, et le protactinium 234) est atteint rapidement, en 2 mois. La



Spectre gamma d'un minerai d'uranium, permet d'identifier la présence des radionucléides ²²⁶Ra, ²¹⁴Pb, ²¹⁴Bi de la chaîne de désintégration de l'uranium 238 (lui-même non émetteur gamma).

radioactivité spécifique à l'équilibre (avec ses deux premiers descendants) étant déjà de 41,5 Bq/mg²⁷

Propriétés chimiques

De symbole U, l'uranium est le dernier élément naturel du tableau périodique. Chaque atome d'uranium possède 92 protons et entre 125 et 150 neutrons.

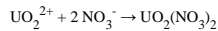
À l'état pur, l'uranium solide est un métal radioactif gris à blanc (voire argenté), qui rappelle la couleur du nickel. Il est dur et très dense. De plus, l'uranium est l'atome le plus lourd (qui contient le plus de nucléons) présent naturellement sur la Terre.

En raison de son affinité pour l'oxygène, l'uranium s'enflamme spontanément dans l'air à température élevée, voire à température ambiante lorsqu'il se trouve sous forme de microparticules. Il est pyrophorique.

L'uranium a quatre valences possibles (+III à +VI), les valences IV et VI étant les plus répandues dans les minerais. Les conditions de passage de la valence IV à la valence VI dépendent du potentiel d'oxydoréduction du milieu¹⁵.

Ainsi dans la nature, l'élément uranium se retrouve toujours combiné à d'autres éléments, tels l'oxygène, l'azote, le soufre, le carbone sous forme d'oxydes, de nitrates, de sulfates ou de carbonates. On le trouve, par exemple, combiné à l'oxygène dans l'uranite et la pechblende, deux des principaux minerais d'uranium, constitués d'oxyde uraneux (UO₂).

Enfin, les ions uranyle UO₂²⁺ se dissolvent très bien dans la plupart des acides, comme dans l'acide nitrique HNO₃ ou l'acide fluorhydrique HF en donnant des sels d'uranyle tels que le nitrate d'uranyle UO₂(NO₃)₂. L'équation de la dissolution de l'ion uranyle dans l'acide nitrique est la suivante :



Dérivé organo-uranien

Comme la plupart des métaux, l'uranium a une chimie organo-métallique et de nombreux complexes organo-métalliques tel l'uranocène sont connus.

Applications

Utilisations historiques

Le minerai d'uranium a été utilisé comme pigment dans la verrerie, la céramique et la faïence, sous forme de diuranate de sodium ou d'ammonium¹³. Dans le verre, l'uranium est typiquement utilisé à des concentrations de 0,1 % à 2 % en masse pour produire de l'ouraline, solide d'un jaune fluorescent ou légèrement vert facile à identifier¹³. Il a été utilisé pour colorer des céramiques dentaires à de très faibles concentrations¹⁵. Il produit une pigmentation jaune à faibles concentrations, puis crème, orange, brun, vert, ou noir, quand la concentration augmente¹³.

Il sert également de catalyseur dans certaines réactions chimiques spécialisées et dans des films photographiques¹³.

L'uranium appauvri a également été utilisé pour ces emplois physico-chimiques¹³. Sous forme d'acétate d'uranyle et de zinc (réactif de Blanchetière), il donne des cristaux jaune-verts fluorescents avec les ions sodium Na⁺. Il permet donc de caractériser facilement ce métal lors des analyses en chimie minérale.

Industrie nucléaire

Historiquement, la première utilisation du minerai d'uranium par l'industrie nucléaire a été d'en extraire le radium, pour des applications médicales.

Le principal usage contemporain de l'uranium exploite ses propriétés nucléaires.

- L'uranium 235 est le seul isotope fissile naturel, ce qui permet l'exploitation de l'uranium dans les réacteurs nucléaires (après un éventuel enrichissement), ainsi que pour la fabrication d'armes nucléaires (après un fort enrichissement).
- L'uranium 238 est à la fois fissile dans les réacteurs à neutrons rapides, et fertile : par capture neutronique il se transforme finalement en plutonium 239, fissile. Il est envisagé d'exploiter cette double possibilité dans le cycle du combustible nucléaire, pour des cycles fondés sur la combustion du plutonium.
- L'uranium 233, qui peut être artificiellement produit par irradiation du thorium, est également fissile en neutrons thermiques. Cette possibilité est à la base d'un cycle surgénérateur fondé sur le thorium.

Contrôle des matières nucléaires

L'uranium est une matière nucléaire dont la détention est réglementée (Article R1333-1 du code de la défense).

Uranium appauvri

L'uranium appauvri, un sous-produit de l'enrichissement de l'uranium, est très prisé pour sa dureté et sa densité. Il est pyrophorique, employé comme arme antichar dotée d'un fort pouvoir à la fois pénétrant et incendiaire : à très haute vitesse, il perce aisément les blindages en s'enflammant lors de l'impact, provoquant un incendie qui fait exploser le véhicule touché. Ainsi, des munitions à base d'uranium appauvri (obus de 20 à 30 mm des avions ou hélicoptères chasseurs de chars) ont été utilisées lors des guerres du Golfe (guerre du Koweït et guerre en Irak) et du Kosovo.

Dans ses emplois militaires, l'uranium appauvri est également utilisé pour faire des plaques de blindages¹³.

L'uranium appauvri a aussi été utilisé comme contrepoids en aviation, sur les premiers Boeing 747, les McDonnell Douglas DC-10, les Lockheed L-1011 TriStar par exemple¹³, ce qui pose le problème du recyclage de ces avions qui, pour beaucoup, arrivent en fin de vie. Dans cet emploi, il est progressivement remplacé par le tungstène¹³. La quille de certains voiliers de compétition a contenu ce matériau.

Il est également plus efficace que le plomb¹³ pour les écrans de protection radiologique.

Avec un complément de plutonium, l'uranium appauvri constitue un combustible nucléaire appelé « combustible MOX ». Il sert d'élément fertile dans les réacteurs, où l'²³⁸U se transforme par irradiation en ²³⁹Pu fissile.

Toxicité

Toxicité chimique

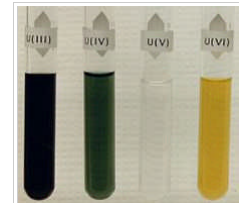
L'uranium présente une toxicité comparable à celle d'autres métaux lourds, du même ordre que celle du plomb. La dose létale pour l'homme semble être de quelques grammes³⁸.

La majeure partie de l'uranium pénétrant dans l'organisme (plus de 95 %) n'est pas absorbée et s'élimine dans les fèces. Environ 67 % de l'uranium sanguin est filtré par les reins et excrété dans les urines dans les 24 heures³⁹.

Le système digestif absorbe globalement entre 0,2 et 2 % de l'uranium présent dans l'eau et les aliments. Les composés solubles de ce métal sont plus facilement absorbés que les composés insolubles³⁹. Le contenu normal d'un corps humain en équilibre avec son environnement est de l'ordre de 90 à 150 µg d'uranium⁴⁰, résultant d'un apport journalier de l'ordre de 1 à 2 µg/jour par l'eau courante et l'alimentation. Les deux tiers s'accumulent dans les os, 16 % dans le foie, 8 % dans les reins et 10 % dans les autres tissus³⁹.

Le rein est l'organe critique pour la toxicité chimique. Les études à long terme portant sur des professionnels exposés à l'uranium ont signalé certains troubles de la fonction rénale selon l'intensité de l'exposition. Il semblerait néanmoins d'après certaines données que ces troubles puissent être transitoires et que la fonction rénale revienne à la normale après élimination de la source d'une exposition excessive³⁹. Le seuil de toxicité chimique rénale est estimé à 70 µg/kg de poids corporel ou 16 µg/g de rein (limite de 3 µg/g de rein pour la protection des travailleurs)⁴¹.

Radioactivité



Valences III (rouge), IV (vert), V (instable) et VI (jaune) de l'uranium.



Plateau en ouraline fluorescent sous éclairage ultraviolet.



Pastilles de combustible nucléaire d'uranium.

Quel que soit son enrichissement, la radioactivité de l'uranium est toujours du type alpha de l'ordre de 4,5 MeV. Sa radiotoxicité dépend donc de son activité massique et faiblement de sa composition. Elle est de l'ordre de 0,6 μSv/Bq (F) à 7 μSv/Bq (S) en inhalation, 0,05 μSv/Bq (F) à 0,008 μSv/Bq (S) en ingestion, les poumons et les os étant alors les organes critiques⁴²

La radiotoxicité de l'uranium serait du même ordre de grandeur que celle de la toxicité chimique : elle l'emporte pour des *enrichissements* supérieurs à 6 %, la toxicité chimique étant sinon prépondérante³⁷. La radioactivité de l'uranium se mesure en μSv (microsievert)

Effets sur la reproduction

L'uranium est aussi reprotoxique via notamment un effet délétère sur les organes reproducteurs ; soit du fait de sa radioactivité, soit du fait de sa chimiotoxicité, et peut-être des deux.

L'uranium a chez l'animal des effets démontrés ; sur le système reproducteur. Chez le rongeur de laboratoire, la *barrière hémato-testiculaire* (ou BHT) qui était réputée protéger le testicule peut en être franchie par le plutonium, l'américium et le polonium au moins grâce à la transferrine.

- De l'uranium est significativement trouvé dans les testicules de rats ayant reçu un implant d'uranium dans le muscle d'une des pattes. Les récepteurs à la transferrine présent dans l'épithélium séminifère humain pourrait donc expliquer la présence d'uranium dans le sperme de soldats blessés par des munitions à l'uranium appauvri.
- Des rats ayant des implants sous-cutanés d'uranium, et des souris abreuvées d'eau contenant de l'uranium produisent des cellules de Leydig altérées, ce qui perturbe la production d'hormones stéroïdes et se traduit par un sperme dégradé (spermatozoïdes moins nombreux et moins mobiles), expliquant les observations faites dès 1949 de diminution du nombre de portées et du nombre de petits par portée chez plusieurs espèces d'animaux ayant régulièrement ingéré de faibles doses de nitrate d'uranyle^{43,44}.

Effets sur le développement

- il induit une toxicité fœtale et embryonnaire chez la souris chez laquelle un implant d'uranium a été posé dans le muscle d'une patte
- il est tératogène à doses plus élevées, avec mort de l'embryon exposé à une concentration 50 mg kg⁻¹ j⁻¹ durant 9 jours, 20 % inférieure à la dose létale pour l'adulte
- une souris gestante abreuvée avec une eau correspondant à une ingestion de 25 mg d'uranium/kg³ produit moins de jeunes. Ceux-ci ont ensuite des problèmes de développement et de survie⁴⁵.

La plupart des études et réglementations se fondent sur les effets sur l'animal, or les premières études ex vivo permises par les nouvelles techniques de cultures cellulaires laissent penser que les gonades humaines seraient plus sensibles à l'uranium que ne le sont celles des rongeurs utilisés en laboratoire. Le testicule fœtal humain pourrait aussi être plus sensible que ceux des rongeurs de labo⁴⁶.

Normes

Il n'y a pas de consensus sur les normes ni la NOAEL (dose sans effet nocif observé) de l'uranium, certains estimant que les effets délétères de la radioactivité peuvent exister quelle que soit la dose.

Pour la potabilité de l'eau, l'OMS a fixé une teneur maximale de 1,4 mg l⁻¹⁴⁷, tout en recommandant dans ses lignes directrices une concentration en uranium cent fois plus faible, inférieure à 15 μg/l, pour les eaux de boisson courante⁴⁸.

Prix

Le prix de l'uranium a baissé dans les années 1980 et 1990 pour plusieurs raisons :

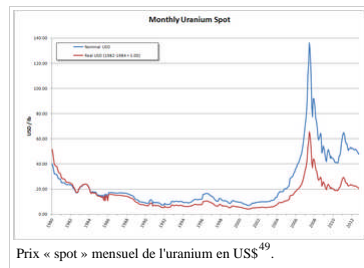
- Les politiques d'économie d'énergie ont permis de limiter la consommation d'électricité,
- Des gisements d'uranium économiquement exploitables ont été découverts,
- Les stocks d'uranium militaire constitués dans le contexte de la guerre froide ont été convertis en stocks civils et utilisés dans les réacteurs nucléaires suite à l'assouplissement des tensions américano-soviétiques.

Le prix de l'uranium a atteint un minimum en janvier 2001 à 6,40 \$ par livre de U₃O₈⁵⁰

Le prix de l'uranium a progressivement augmenté depuis 2001 pour atteindre un pic à 135 \$ en juin 2007. Ce pic s'explique par la diminution des stocks, la faible augmentation de production, et par des événements ponctuels tels que l'inondation de la mine de Cigar Lake au Canada et l'incendie de la mine Olympic Dam en Australie⁵¹.

L'uranium est redescendu à 46,50 \$ en août 2010. En janvier 2011, il se situait à environ 63 \$. Il est à prévoir une tendance à la hausse en raison de l'épuisement des stocks militaires prévu vers 2015⁵².

Le prix de revient du kWh est peu sensible au prix de l'uranium. Certes, le coût du cycle du combustible représente environ 20 % du prix de revient du kWh, mais ce cycle comprend toutes les transformations physiques et chimiques qu'il faut faire subir à l'uranium naturel pour en faire un combustible utilisable. En conséquence, le prix du minerai d'uranium ne dépasse guère 7 % du coût total du kWh⁵³. Cependant, des études économiques montrent que le prix de l'uranium commence à avoir un effet significatif sur le coût du kWh d'électricité nucléaire à partir de 50 ou 100 € par livre de U₃O₈⁵⁴.



Prix « spot » mensuel de l'uranium en US\$⁴⁹.

Notes et références

- ↑ (en) David R. Lide, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, CRC Press Inc, 2009, 90^e éd., Relié, 2804 pc. (ISBN 978-1-420-09084-0)
- ↑ (en) Beatriz Cordero, Verónica Gómez, Ana E. Platero-Prats, Marc Revés, Jorge Echeverría, Eduard Cremades, Flavia Barragán et Santiago Alvarez, « Covalent radii revisited », *Dalton Transactions*, 2008, p. 2832 - 2838 [lien DOI (http://dx.doi.org/10.1039/b82fb80115j)]
- ↑ (en) David R. Lide, *CRC Handbook of Chemistry and Physics*, CRC, 2009, 89^e éd., p. 10-203
- ↑ Entrée dans la base de données de produits chimiques *GESTIS* de la IFA (organisme allemand responsable de la sécurité et de la santé au travail) (allemand (http://gestis.itrust.de/nxt/gateway.dll?f=ids&id=default.htm\$vid=gestisdeu_sdbeng\$vid=007920)) (JavaScript nécessaire)
- ↑ « Uranium (http://www.reptox.csst.qc.ca/DetailSimdut.asp?no_produit=8722&langue=F) » dans la base de données de produits chimiques *Reptox* de la CSST (organisme québécois responsable de la sécurité et de la santé au travail), consulté le 25 avril 2009
- ↑ Numéro index 092-001-00-8 dans le tableau 3.1 de l'annexe VI du règlement CE N° 1272/2008 (http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ.do?uri=OJ.L.2008.353.0001.1355.FR.PDF) (16 décembre 2008)
- ↑ (en) Argonne National Laboratory - Uranium Quick Facts (http://web.ead.anl.gov/uranium/guide/facts/)
- ↑ World Nuclear Association - décembre 2010 (http://www.world-nuclear.org/info/inf75.html) « *Supply of Uranium*. »
- ↑ (en) http://www.iaea.org/OurWork/ST/NE/NEFW/documents/RawMaterials/RTC-Ghana-2010/5.RedBook.pdf AIEA Red Book – juillet 2010 « *Uranium Resources Production and Demand*. »
- ↑ « Les docs des incollables », 23 - L'énergie, p. 5
- ↑ Avant la découverte de la radioactivité, Lord Kelvin avait estimé l'âge de la Terre à quelque 20 millions d'années, en supposant que la seule source d'énergie capable de s'opposer au refroidissement était la chaleur résiduelle, initialement produite lors de la formation de la Terre. Un âge de seulement quelques dizaines de millions d'années fut considéré beaucoup trop court par les géologues, et un vif débat s'ensuivit entre géologues et physiciens. Celui-ci ne devait prendre fin qu'une vingtaine d'années après la découverte de la radioactivité, trop tard pour Kelvin de faire amende honorable. Plus tard, les physiciens ont pu apporter aux géologues des méthodes de datation absolue des roches qui se basent sur la radioactivité et les abondances actuelles de certains radioéléments et de leurs produits de désintégration (voir radiochronologie).
- ↑ L'uranium est présent sur Terre essentiellement sous forme d'oxydes, donc incorporé dans les roches et très peu dans le noyau métallique. Mais la chaleur dégagée dans le manteau retarde le refroidissement du noyau.
- ↑ Depleted Uranium. Sources, Exposure and Health Effects - Full Report (http://www.who.int/uranium_radiation/pub_meetir_pubs/en/index.html) WHO, Geneva 2001 (WHO/SDE/PH.01.1)
- ↑ CNDP Commission particulière du débat public Gestion des Déchets Radioactifs - Débat public sur les déchets radioactifs ; Réponses aux questions (http://www.debatpublic-dechets-radioactifs.org/actualite/Wc3024b26456a2.html)
- ↑ Etude sur l'origine du marquage par l'uranium dans la nappe alluviale de la plaine du Tricastin (http://www.irsn.fr/FR/expertise/rapports_expertise/Documents/environnement/IRSN-DEI_2010-004-Etude_marquage_uranium_Tricastin.pdf), IRSN, septembre 2010
- ↑ « Uranium - l'abondance au rendez-vous » (http://www.cea.fr/var/plain/storage/original/application/07eade098598d926ecce4627b584b173.pdf) (Archive (http://web.archive.org/web/*http://www.cea.fr/var/plain/storage/original/application/07eade098598d926ecce4627b584b173.pdf) - Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache?url=http://www.cea.fr/var/plain/storage/original/application/07eade098598d926ecce4627b584b173.pdf) - Que faire ?). Consulté le 2013-03-25 Les défis du CEA ; Décembre-Janvier 2002 N°94 p.4-5 par Olivier Donnars.
- ↑ Lorsque nous tomberons dans le gouffre énergétique (p.46) De l'uranium jusqu'à quand ? (http://www.sortirduclaire.org/index.php?menu=sinformer&sousmenu=revue&page=article&id=422&num=37) - Revue du Réseau Sortir du Nucléaire N°37 déc-janvier 2008.
- ↑ (en) World Uranium mining (http://www.world-nuclear.org/info/inf23.html), World Nuclear Association
- ↑ Communiqué OCDE, *Des approvisionnement mondiaux en Uranium assurés à long terme* (http://www.oecd-nea.org/press/2012/2012-05-FR.html) ; Press Room NEA/COM(2012)5 Paris/Vienne, le 26 juillet 2012
- ↑ World Uranium Mining (http://www.world-nuclear.org/info/inf23.html), World Nuclear Association. Consulté le 2010-06-11
- ↑ *Uranium 2011 Resources Production and Demand* ; Rapport établi conjointement par l'Agence de l'OCDE pour l'énergie nucléaire et l'Agence internationale de l'énergie atomique OCDE, Paris, 2012 – ISBN 978-92-64-17803-8
- ↑ « Mentionné par comparaison dans un document portant sur l'incident du Tricastin » (http://www.uris-ir.org/main01.html_data/Tricastin.html) (Archive (http://web.archive.org/web/*http://www.uris-ir.org/main01.html_data/Tricastin.html) - Wikiwix (http://archive.wikiwix.com/cache?url=http://www.uris-ir.org/main01.html_data/Tricastin.html) - Que faire ?). Consulté le 2013-03-25
- ↑ (fr)Retour d'expérience des interventions de l'IRSN – Présentation de quelques cas (chaufferie, industrie métallurgique, industrie du verre, eaux minérales) (http://www.sfrp.asso.fr/IMG/pdf/12_-_DOREMUS-PIERRE.pdf), par P Doremus et J.P. Pierre (IRSN) (PDF - 279.1 ko)
- ↑ (en) Directives pour la qualité de l'eau de boisson, troisième édition (http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq3rev/en/)
- ↑ (en) Directives pour la qualité de l'eau de boisson, quatrième édition (http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwg_guidelines/en/index.html)
- ↑ Erwin Erasmus Koch (trad. André Pougetoux), *Uranium*, Paris, André Bonne Paris, coll. « L'homme et l'univers », 1960, 225 pc, p. 15
- ↑ Guide de la technique - l'énergie, Presses polytechniques et universitaires romandes, 1993.
- ↑ Courrier international, n°1168 du 21 au 27 mars 2013, p.46
- ↑ quelques publications (http://openlibrary.org/publishers/Centre_de_recherches_sur_la_ge%CC%81ologie_de_l%27uranium) (avec openlibrary.org (http://openlibrary.org/))
- ↑ (1983), Mémoire intitulé Les gisements d'uranium liés spatialement aux discordances (http://www.iaea.org/inis/collection/nclcollectionstore/_public/18/060/18060153.pdf), dans la série *Géologie et géochimie de l'Uranium*, document présenté à un séminaire

Uranium (U) by Mineral Name

Uranium (U) Element Properties

Atomic Mass 238.0289

Atomic Number 92

References Emsley, J., 1991; THE ELEMENTS : Sec. Ed., Clarendon Press, Oxford, 251 p.

Isotopes Naturels

Symbole	Masse atomique	Abondance relative	Demi-vie, ans
U ₂₃₄	234.040946	0.005%	245,000
U ₂₃₅	235.043924	0.720%	7x10 ⁸
U ₂₃₆	236.045562	0.000%	2x10 ⁷
U ₂₃₈	238.050784	99.275%	4x10 ⁹

Minéraux contenant l'élément U (Uranium)

Nom	Composition chimique	Teneur U (masse)
Abernathyite	K(UO ₂)(AsO ₄)•4(H ₂ O)	45.77%
Agrinierite	(K ₂ ,Ca,Sr)U ₃ O ₁₀ •4(H ₂ O)	71.48%
Albrechtschraufite	Ca ₄ Mg(UO ₂) ₂ (CO ₃) ₆ F ₂ •17(H ₂ O)	33.31%
Althupite	ThAl(UO ₂) ₇ (PO ₄) ₄ (OH) ₅ •15(H ₂ O)	57.77%
Andersonite	Na ₂ Ca(UO ₂)(CO ₃) ₃ •6(H ₂ O)	36.95%
Arapovite	(U,Th)(Ca,Na) ₂ (K _{1-x} [] _x)Si ₈ O ₂₀ •H ₂ O, x=0.5	14.58%
Arsenovanmeersscheite	U(OH) ₄ [(UO ₂) ₃ (AsO ₄) ₂ (OH) ₂]•4H ₂ O	63.47%
Arsenuranospathite	HAl(UO ₂) ₄ (AsO ₄) ₄ •40(H ₂ O)	39.93%
Arsenuranylite	Ca(UO ₂) ₄ (AsO ₄) ₂ (OH) ₄ •6(H ₂ O)	60.48%
Ashanite?	(Nb,Ta,U,Fe,Mn) ₄ O ₈	20.73%
Asselbornite	(Pb,Ba)(UO ₂) ₆ (BiO) ₄ (AsO ₄) ₂ (OH) ₁₂ •3(H ₂ O)	42.50%
Astrocyanite-(Ce)	Cu ₂ (Ce,Nd,La) ₂ (UO ₂)(CO ₃) ₅ (OH) ₂ •1.5(H ₂ O)	25.02%
Autunite	Ca(UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •10-12(H ₂ O)	48.27%
Bassetite	Fe ⁺⁺ (UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	51.19%
Bauranoite	BaU ₂ O ₇ •4-5(H ₂ O)	59.03%
Bayleyite	Mg ₂ (UO ₂)(CO ₃) ₃ •18(H ₂ O)	28.92%
Becquerelite	Ca(UO ₂) ₆ O ₄ (OH) ₆ •8(H ₂ O)	72.48%
Bergenite	Ca ₂ Ba ₄ [(UO ₃) ₂ O ₂ (PO ₄) ₂] ₃ (H ₂ O) ₁₆	43.28%
Betafite	(Ca,U) ₂ (Ti,Nb,Ta) ₂ O ₆ (OH)	17.20%
Bijvoetite-(Y)	(Y,REE) ₈ (H ₂ O) ₂₅ (UO ₂) ₁₆ O ₈ (OH) ₈ (CO ₃) ₁₆ •14(H ₂ O)	53.88%
Billietite	Ba(UO ₂) ₆ O ₄ (OH) ₆ •8(H ₂ O)	69.07%
Bismutopyrochlore!	(Bi,U,Ca,Pb) _{1+x} (Nb,Ta) ₂ O ₆ (OH)•n(H ₂ O)	12.69%
Blatonite!	UO ₂ CO ₃ •(H ₂ O)	68.39%
Boltwoodite	HK(UO ₂)(SiO ₄)•1.5(H ₂ O)	55.45%
Brannerite	(U,Ca,Ce)(Ti,Fe) ₂ O ₆	33.54%
Calciobetafite	Ca ₂ (Ti,Nb) ₂ (O,OH) ₇	6.04%
Calciouranoite	(Ca,Ba,Pb)U ₂ O ₇ •5(H ₂ O)	60.58%
Calcurmolite	Ca(UO ₂) ₃ (MoO ₄) ₃ (OH) ₂ •11(H ₂ O)	45.71%
Carnotite	K ₂ (UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •3(H ₂ O)	52.77%
Cejkaite!	Na ₄ (UO ₂)(CO ₃) ₃	44.87%
Chadwickite!	(UO ₂)H(AsO ₃)	60.42%
Chernikovite	(H ₃ O) ₂ (UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •6(H ₂ O)	54.34%
Chistyakovaite-(Y) !	Al(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ (F,OH)•6.5H ₂ O	49.10%
Ciprianiite!	Ca ₄ [(Th,U)(REE)] ₂ (Al,) ₂ [Si ₄ B ₄ O ₂₂](OH,F) ₂	0.69%
Clarkeite	(Na,Ca,Pb)(UO ₂)O(OH)•0-1(H ₂ O)	67.21%
Cleusonite!	Pb(U ⁺⁺⁺⁺ ,U ⁺⁺⁺⁺⁺)(Ti,Fe ⁺⁺ ,Fe ⁺⁺⁺) ₂₀ (O,OH) ₃₈	12.47%
Cliffordite	UTe ₃ O ₉	31.12%
Cobaltzippelite	Co ⁺⁺ ₂ (UO ₂) ₆ (SO ₄) ₃ (OH) ₁₀ •16(H ₂ O)	57.48%
Coconinoite	Fe ⁺⁺⁺ ₂ Al ₂ (UO ₂) ₂ (PO ₄) ₄ (SO ₄)(OH) ₂ •18(H ₂ O)	30.91%
Coffinite	U(SiO ₄) _{1-x} (OH) _{4x}	72.63%
Compreignacite	K ₂ (UO ₂) ₆ O ₄ (OH) ₆ •8(H ₂ O)	71.11%
Cousinite	MgU ₂ Mo ₂ O ₁₃ •6(H ₂ O)(?)	47.21%
Coutinhoite!	ThxBa _{1-2x} (H ₂ O) _y (UO ₂) ₂ Si ₅ O ₁₃ •H ₂ O	67.40%
Cuproskłodowskite	Cu[(UO ₂)(SiO ₂ OH)] ₂ •6(H ₂ O)	55.24%
Curienite	Pb(UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •5(H ₂ O)	44.61%
Curite	Pb _{3+x} (H ₂ O) ₂ [(UO ₂) _{4+x} (OH) _{3-x}] ₂ , x=0.5	63.34%
Davidite-(Ce)	(Ce,La)(Y,U)(Ti,Fe ⁺⁺⁺) ₂ O ₃ 38	3.18%
Davidite-(La)	(La,Ce,Ca)(Y,U)(Ti,Fe ⁺⁺⁺) ₂ O ₃ 38	3.20%
Deliensite!	Fe ⁺⁺ (UO ₂) ₂ (SO ₄) ₂ (OH) ₂ •3(H ₂ O)	54.34%
Deloryite	Cu ⁺⁺ ₄ (UO ₂)(MoO ₄) ₂ (OH) ₆	25.16%
Demessaekerite	Pb ₂ Cu ₅ (UO ₂) ₂ (SeO ₃) ₆ (OH) ₆ •2(H ₂ O)	21.92%
Derriksite	Cu ₄ (UO ₂)(SeO ₃) ₂ (OH) ₆	27.04%

Dessauite!	(Sr,Pb)(Y,U)(Ti,Fe+++) ₂₀₀₃₈	3.85%
Dewindtite	Pb ₃ [H(UO ₂) ₃ O ₂ (PO ₄) ₂] ₂ •12(H ₂ O)	49.18%
Dissakisite-(La) !	(Ca,Fe ⁺⁺ ,Th,La)(La,REE,Ca)(Al,Cr,Ti) ₂ (Mg,Fe,Al)Si ₃ O ₁₂ (OH,F) with La> Ce	0.13%
Dumontite	Pb ₂ (UO ₂) ₃ O ₂ (PO ₄) ₂ •5(H ₂ O)	46.47%
Fontanite	Ca[(UO ₂) ₃ (CO ₃) ₂ O ₂] ₆ (H ₂ O)	64.32%
Fourmarierite	Pb(UO ₂) ₄ O ₃ (OH) ₄ •4(H ₂ O)	64.53%
Francevillite	(Ba,Pb)(UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •5(H ₂ O)	48.64%
Francoisite-(Ce) !	(Ce,Nd,Ca)[(UO ₂) ₃ O(OH)(PO ₄) ₂] ₆ (H ₂ O)	56.12%
Francoisite-(Nd)	(Nd,Y,Sm,Ce)(UO ₂) ₃ (PO ₄) ₂ O(OH)•6(H ₂ O)	61.26%
Fritzscheite	Mn(UO ₂) ₂ [(V,P)O ₄] ₂ •4(H ₂ O)	47.65%
Furongite	Al ₂ (UO ₂)(PO ₄) ₃ (OH) ₂ •8(H ₂ O)	30.24%
Gramaccioliite-(Y) !	(Pb,Sr)(Y,Mn)Fe ₂ (Ti,Fe) ₁₈₀₃₈	0.26%
Grimselite	K ₃ Na(UO ₂)(CO ₃) ₃ •(H ₂ O)	39.13%
Guilleminite	Ba(UO ₂) ₃ (SeO ₃) ₂ O ₂ •3(H ₂ O)	55.47%
Haiweeite	Ca[(UO ₂) ₂ Si ₅ O ₁₂ (OH) ₂] ₃ (H ₂ O)	47.58%
Hallimondite	Pb ₂ (UO ₂)(AsO ₄) ₂	24.74%
Haynesite	(UO ₂) ₃ (SeO ₃) ₂ (OH) ₂ •5(H ₂ O)	60.10%
Heinrichite	Ba(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •10-12(H ₂ O)	41.27%
Holfertite!	U ⁺⁺⁺⁺⁺ 1.75TiCa _{0.25} O _{7.5} (H ₂ O) ₃	63.79%
Hugelite	Pb ₂ (UO ₂) ₃ (AsO ₄) ₂ (OH) ₄ •3(H ₂ O)	43.96%
IMA2008-022	UO ₂ (OH) ₂	78.29%
IMA2009-008	Y ₂ [(UO ₂) ₈ O ₆ (SO ₄) ₄ (OH) ₂] ₂₆ H ₂ O	57.34%
Ianthinite	(UO ₂)•5(UO ₃)•10(H ₂ O)	78.29%
Iriginite	(UO ₂)(Mo ⁺⁺⁺⁺⁺ 2O ₇)•3(H ₂ O)	37.91%
Ishikawaite	(U,Fe,Y,Ca)(Nb,Ta)O ₄ (?)	24.25%
Iwashiroite-(Y) !	YT ₂ O ₄	0.76%
Jachymovite!	(UO ₂) ₈ (SO ₄)(OH) ₁₄ •13(H ₂ O)	69.79%
Johannite	Cu(UO ₂) ₂ (SO ₄) ₂ (OH) ₂ •8(H ₂ O)	48.88%
Joliotite	(UO ₂)(CO ₃)•n(H ₂ O), (n=2?)	65.02%
Kahlerite	Fe ⁺⁺ (UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •10-12(H ₂ O)	44.41%
Kamitugaite	PbAl(UO ₂) ₅ (PO ₄) ₂ (OH) ₉ •9.5(H ₂ O)	56.71%
Kamotoite-(Y)	(Y,Nd,Gd)U ⁺⁺⁺⁺⁺ 4(CO ₃) ₃ O ₁₂ •14.5(H ₂ O)	53.19%
Kapustinite!	Na _{5.5} Mn _{0.25} ZrSi ₆ O ₁₆ (OH) ₂	0.35%
Kasolite	Pb(UO ₂)SiO ₄ •(H ₂ O)	40.53%
Kivuite?	(Th,Ca,Pb)H ₂ (UO ₂) ₄ (PO ₄) ₂ (OH) ₈ •7(H ₂ O)	55.80%
Kobeite-(Y)	(Y,U)(Ti,Nb) ₂ (O,OH) ₆ (?)	7.46%
Lakargiite!	CaZrO ₃	1.87%
Lakebogaite!	CaNaFe ⁺⁺⁺ 2H(UO ₂) ₂ (PO ₄) ₄ (OH) ₂ (H ₂ O) ₈	34.79%
Larisaite!	Na(H ₃ O)(UO ₂) ₃ (SeO ₃) ₂ O ₂ •4(H ₂ O)	59.52%
Lehnerite	Mn[UO ₂ /PO ₄] ₂ •8(H ₂ O)	51.24%
Lepersonnite-(Gd)	CaGd ₂ (UO ₃) ₂₄ (CO ₃) ₈ (SiO ₄) ₄ O ₄ •60(H ₂ O)	63.99%
Lermontovite	U ⁺⁺⁺⁺ (PO ₄)(OH)•(H ₂ O)(?)	64.68%
Liandratite	U ⁺⁺⁺⁺⁺ (Nb,Ta) ₂ O ₈	41.16%
Liebigite	Ca ₂ (UO ₂)(CO ₃) ₃ •11(H ₂ O)	32.68%
Magnesiowitzite	Mg(H ₂ O) _{3.5} (UO ₂) ₂ (SO ₄) ₂	63.01%
Marecottite!	Mg ₃ (H ₂ O) ₁₈ [(UO ₂) ₄ O ₃ (SO ₄) ₂] ₂ •10(H ₂ O)	59.24%
Margaritasite	(Cs,K,H ₃ O) ₂ (UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •(H ₂ O)	48.84%
Marthozite	Cu[(UO ₂) ₃ (SeO ₃) ₂ O ₂] ₈ (H ₂ O)	54.78%
Masuyite	Pb[(UO ₂) ₃ O ₃ (OH) ₂] ₃ (H ₂ O)	61.91%
Menezesite!	Ba ₂ MgZr ₄ (BaNb ₁₂ O ₄₂)•12H ₂ O	0.17%
Meta-ankoleite	K ₂ (UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •6(H ₂ O)	51.96%
Meta-autunite	Ca(UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •2-6(H ₂ O)	56.53%
Metacalcioranoite	(Ca,Na,Ba)U ₂ O ₇ •2(H ₂ O)	69.58%
Metahaiweeite	Ca(UO ₂) ₂ Si ₆ O ₁₅ •n(H ₂ O), n<5	46.05%
Metaheinrichite	Ba(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	43.30%
Metakahlerite	Fe ⁺⁺ (UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	46.77%
Metakirchheimerite	Co(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	46.63%
Metalodevite	Zn(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •10(H ₂ O)	44.77%
Metanovacekite	Mg(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •4-8(H ₂ O)	50.10%
Metarauchite!	Ni(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •8H ₂ O	46.64%
Metaschoepite	UO ₃ •n(H ₂ O) (n<2)	76.04%
Metastudtite	UO ₄ •2(H ₂ O)	70.41%
Metatorbernite	Cu(UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	50.77%
Metatyuyamunite	Ca(UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •3(H ₂ O)	55.10%
Metauranocircite	Ba(UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •6-8(H ₂ O)	47.92%
Metauranopilite	(UO ₂) ₆ (SO ₄)(OH) ₁₀ •5(H ₂ O)	72.26%
Metauranospinite	Ca(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	47.51%
Metavandendriesscheite	PbU ₇ O ₂₂ •n(H ₂ O) (n<12)	69.27%
Metavanmeerscheite	U ⁺⁺⁺⁺⁺ (UO ₂) ₃ (PO ₄) ₂ (OH) ₆ •2(H ₂ O)	69.19%
Metavanuralite	Al(UO ₂) ₂ (VO ₄) ₂ (OH)•8(H ₂ O)	49.69%
Metazellerite	Ca(UO ₂)(CO ₃) ₂ •3(H ₂ O)	49.16%
Metazeunerite	Cu(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	46.42%
Moctezumite	Pb(UO ₂)(TeO ₃) ₂	28.73%

Moluranite	H4U++++(UO2)3(MoO4)7•18(H2O)	38.15%
Moreauite	Al3(UO2)(PO4)3(OH)2•13(H2O)	26.33%
Mourite	U++++Mo+++++5O12(OH)10	22.04%
Mundite	Al(UO2)3(PO4)2(OH)3•5(H2O)	61.13%
Natroboltwoodite	(H3O)(Na,K)(UO2)SiO4•(H2O)	68.38%
Natrourosphinite	(Na2,Ca)(UO2)2(AsO4)2•5(H2O)	49.98%
Natrozippeite	Na4(UO2)6(SO4)3(OH)10•4(H2O)	58.09%
Nickelzippeite	Ni++2(UO2)6(SO4)3(OH)10•16(H2O)	57.49%
Nielsbohrite!	K(UO2)3(AsO4)(OH)4•H2O	68.80%
Ningyoite	(U,Ca,Ce)2(PO4)2•1-2(H2O)	51.50%
Nioboaschynite-(Y) !	[(Y,REE),Ca,Th,Fe](Nb,Ti,Ta)2(O,OH)6	0.58%
Novacekite	Mg(UO2)2(AsO4)2•12(H2O)	44.98%
Okanoganite-(Y)	(Na,Ca)3(Y,Ce)12Si6B2O27F14	0.09%
Orthobrannerite	U++++U+++++Ti4O12(OH)2	53.28%
Orthowalpurkite	(UO2)Bi4O4(AsO4)2•2(H2O)	16.04%
Oswaldpeetersite!	(UO2)2CO3(OH)2•4(H2O)	67.42%
Oursinite	(Co,Mg)(H3O)2[(UO2)SiO4]2•3(H2O)	54.61%
Paraschoepite	UO3•2(H2O)(?)	73.91%
Parsonsite	Pb2(UO2)(PO4)2•2(H2O)	26.15%
Patschekite	U++++Fe++(Nb,Ta)2O8	36.52%
Phosphowalpurkite!	(UO2)Bi4(PO4)O4•2(H2O)	15.56%
Phosphuranylite	KCa(H3O)3(UO2)7(PO4)4O4•8(H2O)	63.73%
Phuralumite	Al2(UO2)3(PO4)2(OH)6•10(H2O)	53.44%
Phurcalite	Ca2(UO2)3O2(PO4)2•7(H2O)	57.67%
Piergorite-(Ce) !	Ca8Ce2(Al0.5 Fe+++0.5)([] ,Li,Be)2Si6B8O36(OH,F)2	0.64%
Piretite!	Ca(UO2)3(SeO3)2(OH)4-4(H2O)	57.39%
Plumbobetafite	(Pb,U,Ca)(Ti,Nb)2O6(OH,F)	11.18%
Plumbomicrolite	(Pb,Ca,U)2Ta2O6(OH)	5.99%
Plumbopyrochlore	(Pb,Y,U,Ca)2-xNb2O6(OH)	4.92%
Polycrase-(Y)	(Y,Ca,Ce,U,Th)(Ti,Nb,Ta)2O6	6.38%
Protasite	Ba(UO2)3O3(OH)2•3(H2O)	65.91%
Przhevalskite	Pb(UO2)2(PO4)2•4(H2O)	47.17%
Pseudo-autunite*	(H3O)4Ca2(UO2)2(PO4)4•5(H2O)(?)	40.82%
Pseudojohannite!	Cu6.5[(UO2)4O4(SO4)2]2(OH)5•25H2O	52.08%
Rabbittite	Ca3Mg3(UO2)2(CO3)6(OH)4•18(H2O)	32.05%
Rabejacite	Ca(UO2)4(SO4)2(OH)6•6(H2O)	62.54%
Rameauite	K2CaU+++++6O20•9(H2O)	70.40%
Ranunculite	HAl(UO2)(PO4)(OH)3•4(H2O)	46.12%
Rauvite	Ca(UO2)2V+++++10O28•16(H2O)	26.07%
Renardite	Pb(UO2)4(PO4)2(OH)4•7(H2O)	56.97%
Richetite	PbU+++++4O13•4(H2O)	66.15%
Romanite*	(Fe++,U,Pb)2(Ti,Fe+++O4	39.11%
Roubaultite	Cu2(UO2)3(CO3)2O2(OH)2•4(H2O)	59.74%
Rutherfordine	UO2(CO3)	72.12%
Sabugalite	HAl(UO2)4(PO4)4•16(H2O)	53.60%
Saleeite	Mg(UO2)2(PO4)2•10(H2O)	50.94%
Samarskite-(Y)	(Y,Fe+++,U)(Nb,Ta)5O4	15.88%
Samarskite-(Yb) !	(Yb,Y,REE,U,Th,Ca,Fe++)(Nb,Ta,Ti)O4	9.60%
Sayrite	Pb2(UO2)5O6(OH)2•4(H2O)	60.52%
Sazhinite-(La) !	Na3La[Si6O15]•2(H2O)	0.36%
Schmitterite	(UO2)TeO3	53.41%
Schoepite	(UO2)8O2(OH)12•12(H2O)	72.89%
Schrockingerite	NaCa3(UO2)(CO3)3(SO4)F•10(H2O)	26.79%
Sedovite	U(MoO4)2	42.66%
Seelite-1	Mg[(UO2)(AsO3)x(AsO4)1-x]2•7(H2O)	38.34%
Seelite-2	Mg(UO2)(AsO3)x(AsO4)1-x•7(H2O)(x=0.7)	43.42%
Sengierite	Cu2(UO2)2V2O8•6(H2O)	47.36%
Shabaite-(Nd)	Ca(Nd,Sm,Y)2(UO2)(CO3)4(OH)2•6(H2O)	24.54%
Sharpite	Ca(UO2)6(CO3)5(OH)4•6(H2O)	66.85%
Skłodowskite	(H3O)2Mg(UO2)2(SiO4)2•4(H2O)	55.44%
Soddyite	(UO2)2SiO4•2(H2O)	71.25%
Sodium meta-autunite!	Na2(UO2)2(PO4)2•6-8(H2O)	52.77%
Sodium-autunite	Na2(UO2)2(PO4)2•8(H2O)	51.74%
Spriggite!	Pb3[(UO2)6O8(OH)2](H2O)x:x-3	59.10%
Sreinite!	Pb2(UO2)11(BiO)8(PO4)5(OH)19•6(H2O)	42.99%
Stornesite-(Y) !	(Y,Ca)[]2Na6(Ca,Na)8(Mg,Fe)43(PO4)36	0.01%
Strelkinite	Na2(UO2)2V2O8•6(H2O)	51.52%
Studtite	[(UO2)O2(H2O)2](H2O)2	63.63%
Swamboite	U+++++H6(UO2)6(SiO4)6•30(H2O)	56.34%
Swartzite	CaMg(UO2)(CO3)3•12(H2O)	32.58%
Tengchongite	CaU+++++6Mo+++++2O25•12(H2O)	62.74%
Thorutite	(Th,U,Ca)Ti2(O,OH)6	24.36%
Threadgoldite	Al(UO2)2(PO4)2(OH)•8(H2O)	51.85%

Torbernite	Cu(UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •8-12(H ₂ O)	48.00%
Triangulite	Al ₃ (UO ₂) ₄ (PO ₄) ₄ (OH) ₅ •5(H ₂ O)	55.48%
Tristramite	(Ca, U ⁺⁺⁺⁺ , Fe ⁺⁺⁺)(PO ₄ , SO ₄)•2(H ₂ O)	30.74%
Trogerite	H ₂ (UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •8(H ₂ O)	49.38%
Tyuyamunite	Ca(UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •5-8(H ₂ O)	51.85%
Ulrichite	CaCu(UO ₂)(PO ₄) ₂ •4(H ₂ O)	37.45%
Umohoite	[(UO ₂)MoO ₄]•H ₂ O	53.13%
Upalite	Al(UO ₂) ₃ (PO ₄) ₂ O(OH)•7(H ₂ O)	60.20%
Uramarsite	(NH ₄ , H ₃ O) ₂ (UO ₂) ₂ (AsO ₄ , PO ₄) ₂ •6H ₂ O	51.40%
Uramphite	(NH ₄)(UO ₂)(PO ₄)•3(H ₂ O)	54.46%
Uranocalcarite	Ca(UO ₂) ₃ (CO ₃)(OH) ₆ •3(H ₂ O)	66.97%
Uraninite	UO ₂	88.15%
Uranmicrolite	(U, Ca) ₂ (Ta, Nb) ₂ O ₆ (OH)	27.37%
Uranocircite	Ba(UO ₂) ₂ (PO ₄) ₂ •12(H ₂ O)	43.94%
Uranophane	Ca(UO ₂) ₂ SiO ₃ (OH) ₂ •5(H ₂ O)	40.59%
Uranophane-beta	Ca[(UO ₂)SiO ₃ (OH)] ₂ •(H ₂ O)	60.70%
Uranopilite	[(UO ₂) ₆ (SO ₄)O ₂ (OH) ₆ (H ₂ O) ₆]•8(H ₂ O)	67.93%
Uranopolycrase	(U, Y)(Ti, Nb, Ta) ₂ O ₆	34.35%
Uranosilite	(U ⁺⁺⁺⁺ +O ₂)Si ₇ O ₁₅	33.69%
Uranospathite	Al _{1-x} [x(UO ₂)(PO ₄)] ₂ (H ₂ O) _{20+3xF1-3x}	42.12%
Uranosphaerite	Bi(UO ₂)O ₂ (OH)	45.08%
Uranospinite	Ca(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •10(H ₂ O)	45.86%
Uranotungstite	(Fe ⁺⁺ , Ba, Pb)(UO ₂) ₂ WO ₄ (OH) ₄ •12(H ₂ O)	40.77%
Uranpyrochlore	(U, Ca, Ce) ₂ (Nb, Ta) ₂ O ₆ (OH, F)	17.59%
Ursilite*	(Mg, Ca) ₄ [(UO ₂) ₄ (OH) ₅ /(Si ₂ O ₅) _{5.5}]•13(H ₂ O)	42.11%
Uvanite	U ⁺⁺⁺⁺ +2V ⁺⁺⁺⁺ +6O ₂ •15(H ₂ O)	34.30%
Vandenbrandeite	Cu(UO ₂)(OH) ₄	59.27%
Vandendriesscheite	Pb(UO ₂) ₁₀ O ₆ (OH) ₁₁ •11(H ₂ O)	67.76%
Vanmeersscheite	U ⁺⁺⁺⁺ (UO ₂) ₃ (PO ₄) ₂ (OH) ₆ •4(H ₂ O)	67.42%
Vanuralite	Al(UO ₂) ₂ (VO ₄) ₂ (OH)•11(H ₂ O)	47.04%
Vanuranylite?	(H ₃ O, Ba, Ca, K) _{1.6} (UO ₂) ₂ V ₂ O ₈ •4(H ₂ O)(?)	53.20%
Vochtenite	(Fe ⁺⁺ , Mg)Fe ⁺⁺⁺ [(UO ₂)(PO ₄)] ₄ (OH)•12-13(H ₂ O)	52.72%
Voglite	Ca ₂ Cu(UO ₂)(CO ₃) ₄ •6(H ₂ O)	31.24%
Vyacheslavite	U ⁺⁺⁺ (PO ₄)(OH)•2.5(H ₂ O)	60.25%
Walpurgite	Bi ₄ (UO ₂)(AsO ₄) ₂ O ₄ •2(H ₂ O)	16.04%
Weeksite	K ₂ (UO ₂) ₂ Si ₆ O ₁₅ •4(H ₂ O)	48.58%
Widenmannite	Pb ₂ (UO ₂)(CO ₃) ₃	27.54%
Wolsendorfite	(Pb, Ba, Ca)U ₂ O ₇ •2(H ₂ O)	59.99%
Wyartite	Ca ₃ U ⁺⁺⁺⁺ (UO ₂) ₆ (CO ₃) ₂ (OH) ₁₈ •3-5(H ₂ O)	67.77%
Xiangjiangite	(Fe ⁺⁺⁺ , Al)(UO ₂) ₄ (PO ₄) ₂ (SO ₄) ₂ (OH)•22(H ₂ O)	49.67%
Yingjiangite	(K ₂ , Ca)(UO ₂) ₇ (PO ₄) ₄ (OH) ₆ •6(H ₂ O)	63.90%
Yttrobetafite-(Y)	(Y, U, Ce) ₂ (Ti, Nb, Ta) ₂ O ₆ (OH)	5.45%
Yttrocolumbite-(Y)	(Y, U, Fe ⁺⁺)(Nb, Ta) ₂ O ₄	16.05%
Yttrocrasite-(Y)	(Y, Th, Ca, U)(Ti, Fe ⁺⁺⁺) ₂ (O, OH) ₆	7.99%
Yttropyrochlore-(Y)	(Y, Na, Ca, U) ₁₋₂ (Nb, Ta, Ti) ₂ (O, OH) ₇	10.44%
Yttrotantalite-(Y)	(Y, U, Fe ⁺⁺)(Ta, Nb) ₂ O ₄	7.54%
Zellerite	Ca(UO ₂)(CO ₃) ₂ •5(H ₂ O)	45.76%
Zeunerite	Cu(UO ₂) ₂ (AsO ₄) ₂ •10-16(H ₂ O)	44.84%
Zinc-zippeite	Zn ⁺⁺² (UO ₂) ₆ (SO ₄) ₃ (OH) ₁₀ •16(H ₂ O)	57.19%
Zippeite	K ₄ (UO ₂) ₆ (SO ₄) ₃ (OH) ₁₀ •4(H ₂ O)	61.91%
Znucalite	CaZn ₁₁ (UO ₂)(CO ₃) ₃ (OH) ₂₀ •4(H ₂ O)	14.68%

(* - Mineral dont le nom n'est pas homologué IMA)

(! - Nouvelle classification)

(? - nom de minéral rejeté par IMA)