

Les centrales nucléaires belges

LE PROFESSIONNALISME NUCLÉAIRE, DU DÉBUT À LA FIN

Une équipe de professionnels du nucléaire prête à relever tous les défis

Grâce à la production sûre d'électricité, nous contribuons à la transition vers un monde neutre en carbone. Nous prenons nos responsabilités vis-à-vis des générations futures tout au long du cycle de vie de nos centrales.



TABLE DES MATIÈRES



Principes de base de l'énergie nucléaire 04

Qu'est-ce que l'énergie nucléaire? 05

Comment fonctionne une centrale nucléaire? 08



Les centrales nucléaires de Doel et Tihange sont certifiées ISO 14001 et EMAS (management environnemental) et ISO 45001 (santé et sécurité au travail)

Editeur responsable : Els De Clercq | Numéro SAP : ZNO.10011273077.000.00
Infos : nuclearcommunication@bnl.engie.com | Création : www.cypres.com



Les centrales nucléaires en Belgique 14

De la vision à la réalité 16

Une exploitation professionnelle 18

Priorité à la sûreté 22

Déclassement : un projet industriel sans précédent 26

Gestion responsable des matériaux et des déchets 28

01 PRINCIPES DE BASE DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

Dans ce chapitre, nous aborderons les principes de base de l'énergie nucléaire. Nous passerons en revue des concepts tels que la « fission nucléaire » et le « rayonnement » et nous plongerons dans les coulisses d'une centrale, afin d'examiner précisément comment est produite l'électricité.

Qu'est-ce que l'énergie nucléaire ?

La production d'énergie nucléaire est le résultat de la « fission nucléaire ». Les sections suivantes clarifient ce processus et se penchent sur le concept de rayonnement.

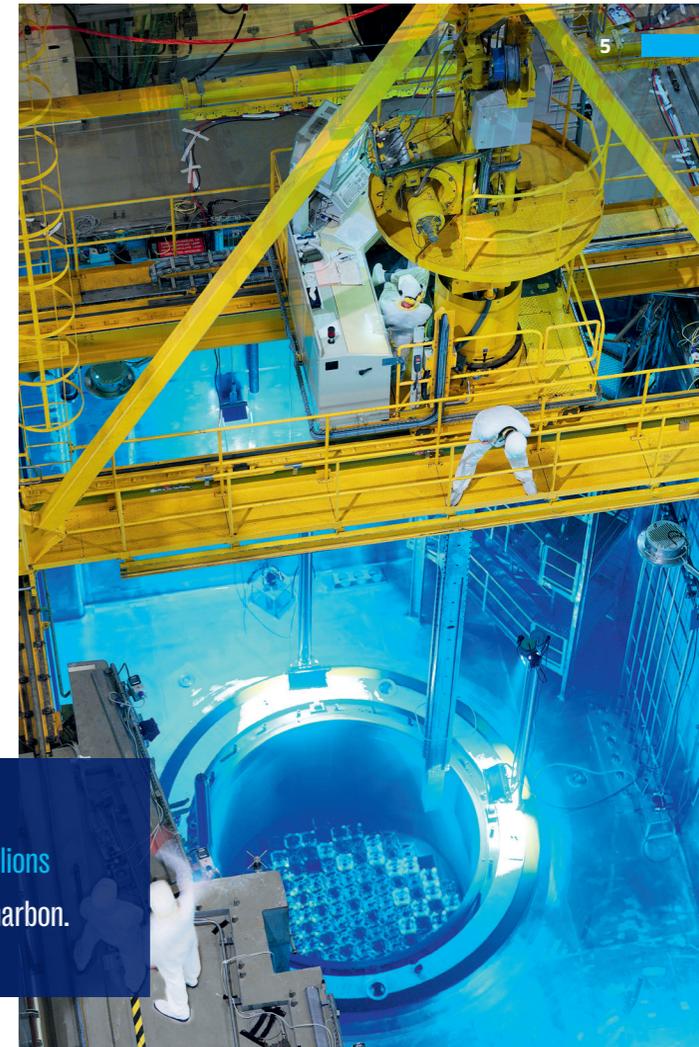
Production d'électricité

Une centrale nucléaire fonctionne de la même manière qu'une centrale thermique classique, à la différence que la chaleur est produite par la fission nucléaire, et non par la combustion de charbon, de gaz naturel ou de biomasse. La chaleur dégagée par la fission nucléaire est convertie en vapeur, qui entraîne une turbine et fait ainsi tourner un alternateur. Cet alternateur transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.



URANIUM VS CHARBON

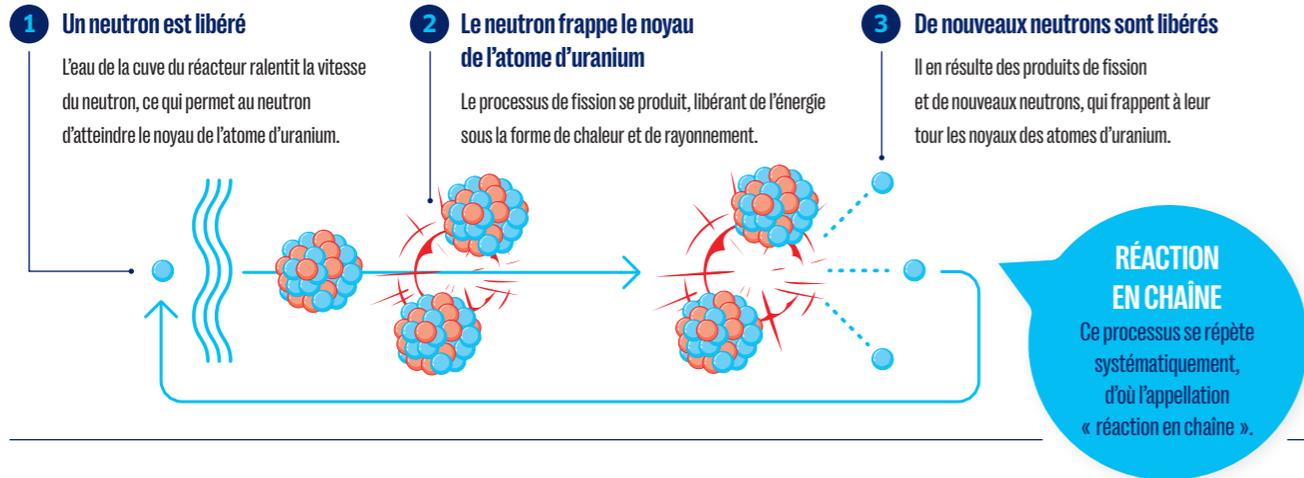
La fission complète de 1 kg d'uranium 235 dégage, au total, **3 millions de fois plus d'énergie thermique** que la combustion de 1 kg de charbon.



Fission nucléaire

Toute matière se compose d'atomes, qui sont constitués d'un noyau autour duquel gravitent des électrons. Le noyau est constitué de protons et de neutrons. Dans un réacteur nucléaire, l'énergie thermique est libérée par la fission (division) de noyaux d'atomes lourds, comme l'uranium. Cette réaction est obtenue en bombardant les noyaux avec des neutrons. Chaque fission libère deux ou trois neutrons qui peuvent provoquer de nouvelles fissions, créant une réaction en chaîne. Un « modérateur » veille à ce que les neutrons libérés soient suffisamment ralentis pour accroître leurs chances de participer à la

réaction en chaîne. Dans les centrales nucléaires belges, ce modérateur est l'eau. Il importe que cette réaction en chaîne soit contrôlée : après chaque fission, seul un neutron libéré peut provoquer une nouvelle fission. Les neutrons excédentaires présents dans le réacteur doivent donc être absorbés. Pour ce faire, on ajoute de l'acide borique à l'eau de la cuve du réacteur et on fait descendre dans la cuve des barres de contrôle qui contiennent un matériau qui absorbe les neutrons. En abaissant complètement toutes les barres de contrôle en même temps, 1,3 seconde suffit pour arrêter la réaction.



Rayonnement

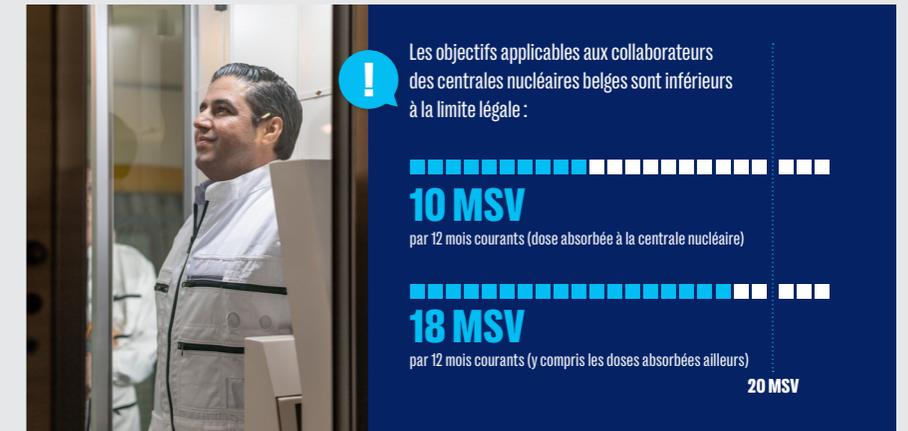
Le rayonnement ionisant est une forme d'énergie émise par un élément radioactif. Lorsque ce rayonnement entre en contact avec l'air, l'eau ou un organisme vivant, on parle d'« ionisation »*. Une importante exposition à ce phénomène peut causer des dommages irréversibles. L'homme est continuellement exposé à des rayonnements ionisants naturels, provenant principalement de substances radioactives présentes dans le sol, dans les matériaux de construction, dans les denrées alimentaires et dans le cosmos. Il existe également des rayonnements ionisants artificiels. Ceux-ci sont générés dans le cadre de la médecine (rayons X), de l'industrie, des centrales nucléaires, etc.

* L'ionisation est le phénomène par lequel une charge est enlevée ou ajoutée à un atome (ou à une molécule), de sorte que celui-ci (ou celle-ci) n'est plus électriquement neutre. Cet atome (ou cette molécule) est alors appelé(e) « ion ».

Mesure du rayonnement

Pour mesurer la quantité d'énergie de rayonnement absorbée par les tissus vivants et les dommages qu'elle cause, on utilise l'unité de mesure « sievert » (Sv). Pour les personnes professionnellement exposées au rayonnement, la limite légale est fixée à 20 mSv (millisievert) par an et à 100 mSv sur une période de cinq ans. Quelques exemples de rayonnement, à titre de comparaison :

- Radiographie du thorax : 0,05 mSv
- Vol de Hong Kong à l'Amérique du Nord : 0,08 mSv
- Mammographie : 0,13 mSv
- Rayonnement de fond naturel (nourriture, boissons, sol, bâtiments, etc.) : 2,4 mSv par an
- Scanner : 6,6 mSv



Comment fonctionne une centrale nucléaire?

Il existe différents types de centrales nucléaires. Les centrales nucléaires belges sont des réacteurs à eau pressurisée (ou «PWR» pour «pressurized water reactor»). Ce réacteur utilise de l'eau à haute pression en guise de liquide de refroidissement et de modérateur. Cette section se penche sur le fonctionnement d'une centrale PWR.

Types de réacteurs nucléaires



2/3

Près de deux tiers des réacteurs dans le monde sont de type PWR.

Les principaux composants d'une centrale nucléaire PWR

- 1 Uranium
- 2 Réacteur
- 3 Générateurs de vapeur
- 4 Turbine à vapeur
- 5 Alternateur
- 6 Transformateurs
- 7 Tour de refroidissement
- 8 Condenseur



Circuits fermés

Les centrales nucléaires de type PWR, comme celles de Doel et de Tihange, comportent trois circuits d'eau complètement séparés les uns des autres. L'eau et la vapeur du circuit secondaire n'entrent jamais en contact avec l'eau du circuit primaire, qui circule dans le réacteur.

- A Circuit primaire
- B Circuit secondaire
- C Circuit tertiaire



En savoir plus sur le fonctionnement d'une centrale nucléaire ?

1 L'uranium

Le combustible de la centrale

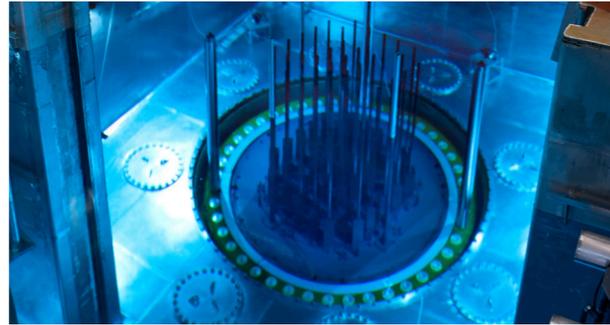
Les centrales nucléaires de type PWR utilisent l'uranium en guise de matière fissile. Dans la nature, l'uranium est présent sous la forme de 3 isotopes* : 99 % d'uranium 238; 0,7 % d'uranium 235 et une fraction insignifiante d'uranium 234. Le noyau de l'uranium 235 est fissile, tandis que celui de l'uranium 238 ne l'est pas. Le mélange d'uranium extrait des mines est donc enrichi jusqu'à ce qu'il contienne environ 4 % d'uranium 235, la concentration idéale pour obtenir une réaction en chaîne.

LE SAVIEZ-VOUS ?

Après trois ans, l'énergie utile du **combustible nucléaire** est **épuisée** et le combustible doit être remplacé.



* Les isotopes sont des éléments qui présentent des caractéristiques chimiques identiques, mais des masses atomiques différentes : ils ont le même nombre de protons, mais un nombre différent de neutrons.



2 Le réacteur

Le cœur de la production de chaleur

Le réacteur est constitué d'un cœur de réacteur, placé dans une cuve en acier sous pression. Ce cœur se compose de plus de 100 éléments combustibles (chiffre variable d'un réacteur à l'autre), disposés côte à côte sur une grille située au fond de la cuve. Chaque élément combustible contient plusieurs centaines de barres placées en parallèle, elles-mêmes remplies de petites pastilles d'oxyde d'uranium. L'eau de refroidissement circule le long de ces barres de combustible pour absorber la chaleur libérée par la fission des noyaux d'uranium. L'eau est portée à une température de plus de 300 °C, mais ne bout pas, car le pressuriseur la maintient à une pression de 155 bars.

3 Le générateur de vapeur

De l'eau à la vapeur

L'eau chaude du circuit primaire est acheminée jusqu'à un échangeur de chaleur, appelé « générateur de vapeur ». Il s'agit d'un réservoir cylindrique composé de milliers de tubes en forme de U inversé. L'eau transite à l'intérieur de ces tubes et transmet sa chaleur à l'eau du circuit secondaire, qui circule du côté extérieur des tubes. Cette eau se réchauffe et se transforme en vapeur, qui actionne à son tour une turbine couplée à un alternateur. Une fois que l'eau du circuit primaire a transmis sa chaleur, une pompe la renvoie dans le réacteur en circuit fermé.

LE SAVIEZ-VOUS ?

En fonction de la puissance du réacteur, une centrale peut comporter **deux, trois ou quatre générateurs de vapeur.**



4 La turbine à vapeur

De la vapeur à l'énergie

La vapeur qui sort des générateurs de vapeur actionne une ou plusieurs turbines, constituées d'une série d'ailettes montées sur un axe. La pression élevée de la vapeur fait tourner l'axe à grande vitesse. Les turbines à vapeur se composent d'un corps haute pression, auquel succèdent plusieurs corps basse pression. La vapeur se dilate ainsi par phases successives. Dans le corps haute pression, la pression de la vapeur passe d'environ 60 bars à environ 10 bars. À la sortie du corps basse pression, la vapeur quitte la turbine avec une pression de seulement 0,05 bar.

5 L'alternateur

De l'énergie à l'électricité

L'axe de la turbine entraîne un alternateur, qui produit finalement de l'électricité (à l'image de la dynamo sur un vélo). L'alternateur se compose d'un rotor qui tourne à l'intérieur d'un stator fixe. Le rotor est un électro-aimant alimenté par un courant continu. Le stator se compose d'un cylindre fixe à bobinages en cuivre. Le mouvement rotatif du rotor permet au stator de générer un courant alternatif triphasé.

1 500 tours/minute

Les rotors tournent à une vitesse de **1 500 tours/minute** afin de produire une fréquence de réseau constante de **50 Hz**, à l'image de toutes les autres centrales électriques.



7 Le condenseur

Condensation de la vapeur en eau

La vapeur issue des turbines passe par un condenseur. Le condenseur est un échangeur de chaleur composé de milliers de tubes, dans lesquels circule l'eau de refroidissement du circuit tertiaire. L'eau de refroidissement du circuit tertiaire est captée dans une source externe, telle qu'un cours d'eau (l'Escaut à Doel et la Meuse à Tihange). L'eau froide du cours d'eau refroidit la vapeur du circuit secondaire, qui se condense en eau. Cette eau est ensuite renvoyée vers le générateur de vapeur, où elle sera à nouveau réchauffée pour produire de la vapeur.

8 Les tours de refroidissement

Refroidissement par l'atmosphère

L'eau de refroidissement réchauffée du circuit tertiaire est acheminée vers la tour de refroidissement, où elle se refroidit au contact d'un courant d'air ascendant (effet de cheminée naturelle). La majeure partie de cette eau est récoltée dans des bassins situés au pied de la tour de refroidissement, avant d'être renvoyée vers le condenseur ou rejetée dans le cours d'eau. Seule une faible fraction (1,5 %) de cette eau s'évapore et forme le panache de vapeur qui s'échappe de la tour de refroidissement.



6 Les transformateurs

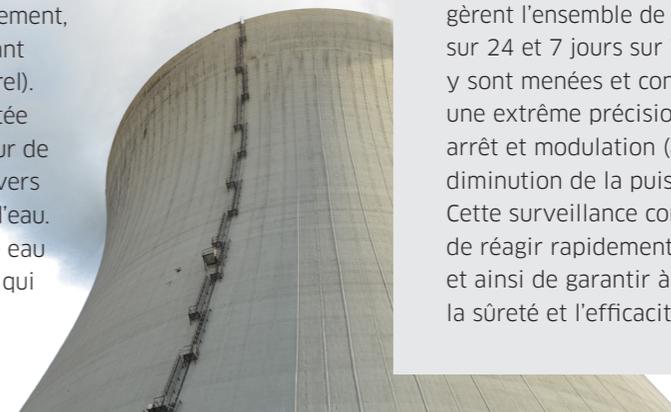
La tension adéquate pour le réseau

Afin de transporter le courant jusqu'aux usagers avec un minimum de pertes, des transformateurs portent la tension à la sortie de l'alternateur à 380 kV. Le courant parvient au consommateur à la tension souhaitée via le réseau électrique, par l'intermédiaire des réseaux haute et basse tension.



La salle de contrôle

Depuis la salle de contrôle, les opérateurs gèrent l'ensemble de la centrale, 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7. Toutes les activités y sont menées et contrôlées avec une extrême précision (p. ex. démarrage, arrêt et modulation (augmentation ou diminution de la puissance) du réacteur). Cette surveillance continue nous permet de réagir rapidement en cas de besoin, et ainsi de garantir à tout moment la sûreté et l'efficacité de la centrale.

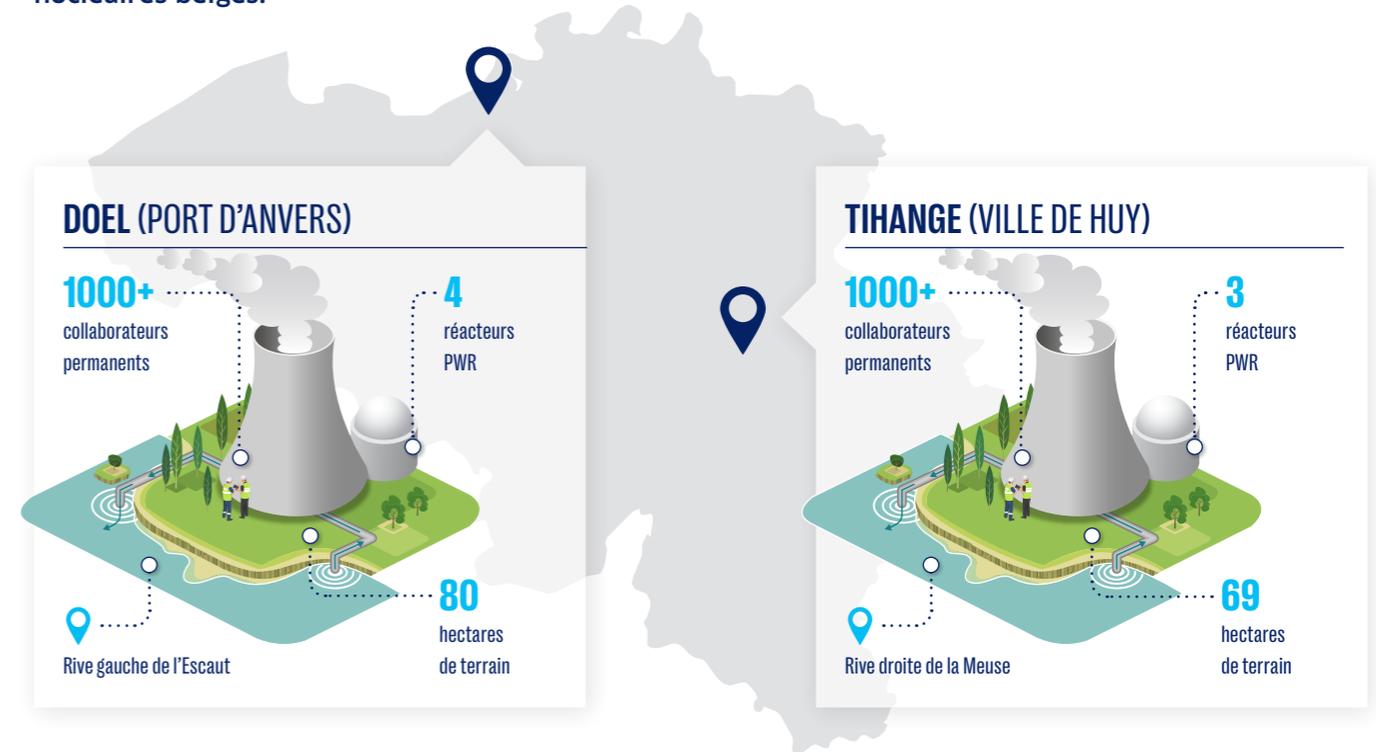


02 LES CENTRALES NUCLÉAIRES EN BELGIQUE

La Belgique possède deux centrales nucléaires : la centrale de Doel, qui compte quatre réacteurs ; et la centrale de Tihange, qui en comporte trois. Quelle est l'histoire de ces centrales nucléaires ? Comment sont-elles exploitées ? Comment évoluent-elles dans le cadre de la transition énergétique ? Et qu'en est-il des déchets nucléaires ?

Le cycle de vie d'une centrale nucléaire

Toute centrale nucléaire passe par les mêmes étapes : elle est construite, exploitée, puis entièrement démantelée. Sur la base de ces phases clés, nous retraçons l'histoire et envisageons l'avenir des centrales nucléaires belges.



De la vision à la réalité

À la fin des années 1960, la Belgique décide de produire une partie de son électricité grâce à l'énergie nucléaire. Ce choix mène à la construction de sept réacteurs nucléaires : quatre à Doel et trois à Tihange.



Doel 1 445 MW

Doel 2 445 MW

Doel 3 1006 MW

Doel 4 1026 MW

Doel

La construction des centrales de Doel 1 et Doel 2 est ordonnée en 1968. Les environs du village de Doel, sur la rive gauche de l'Escaut, s'avèrent être l'emplacement idéal, du fait de la proximité avec le cours d'eau qui permet d'y puiser l'eau de refroidissement. Les travaux de construction débutent en 1969 : 80 hectares de polders sont remblayés et les digues sont portées à 11 mètres au-dessus du niveau de la mer. Doel 1 est mise en service début 1975, suivie par Doel 2 à la fin de cette même année. La fin 1974 marque le début de la construction de Doel 3, qui sera mise en service au printemps 1982. Enfin, le réacteur de Doel 4 est totalement opérationnel à l'été 1985.



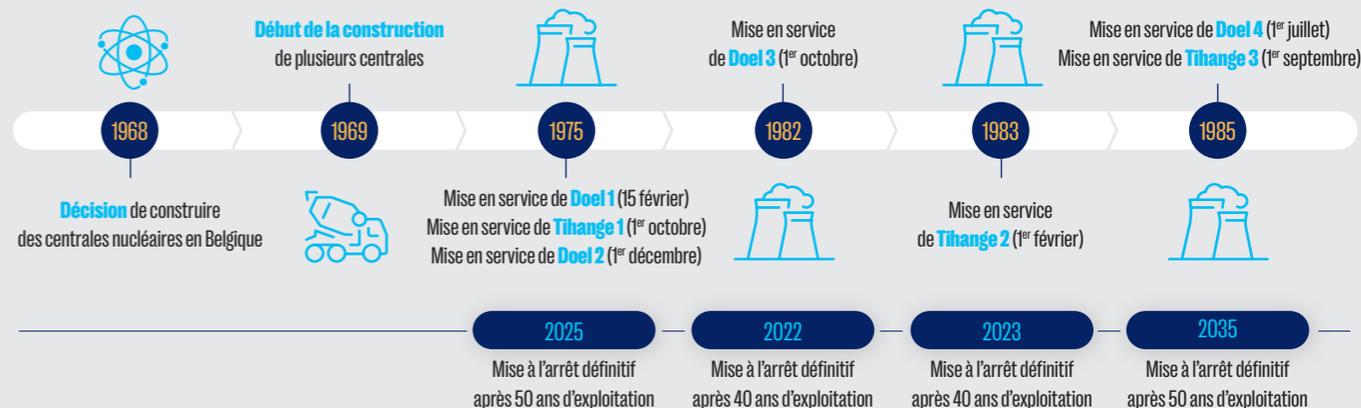
Tihange 1 962 MW

Tihange 2 1008 MW

Tihange 3 1030 MW

Tihange

L'ordre de construction de la centrale de Tihange 1 est passé en 1968. La centrale nucléaire est construite sur la rive droite de la Meuse, dans une section de la commune de Huy. L'emplacement choisi répond à toutes les exigences de sûreté requises pour l'implantation d'une centrale nucléaire de grande puissance. Deux autres réacteurs nucléaires sont construits par la suite : Tihange 2 entre en service début 1983 et Tihange 3 est opérationnelle dès septembre 1985.



Une exploitation professionnelle

Les centrales nucléaires de Doel et Tihange produisent une électricité sûre, fiable et faible en carbone. Les deux centrales sont exploitées à 100 % par Electrabel.

Exploitation par Electrabel

Electrabel est responsable des activités opérationnelles quotidiennes des centrales nucléaires de Doel et Tihange. Ces activités comprennent l'exploitation des réacteurs, l'exécution des opérations de maintenance et, surtout, la garantie de la sûreté des installations.

Chaque site emploie environ 1 000 collaborateurs permanents, complétés par de nombreux externes qualifiés, principalement mobilisés lors des opérations majeures de maintenance.

Tous travaillent selon des normes nationales et internationales strictes en matière de sûreté, parmi lesquelles les prescriptions de l'Agence fédérale de contrôle nucléaire (AFCN) et les recommandations de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA). Les réacteurs à eau pressurisée de Doel et Tihange comptent parmi les plus sûrs au monde.

Production d'électricité

Avec une capacité totale de près de 6 000 MW, les deux centrales ont été capables de couvrir près de la moitié des besoins énergétiques de la Belgique. Cette fraction diminue évidemment progressivement à mesure que les réacteurs nucléaires sont arrêtés. A l'issue de la mise à l'arrêt définitif de cinq réacteurs nucléaires et de la prolongation d'exploitation des deux autres, la capacité produite s'élève encore à environ 2 000 MW. Cette électricité est injectée sur le réseau belge et contribue ainsi à la stabilité et à la fiabilité de l'approvisionnement énergétique en Belgique.

Prolongation d'exploitation

La loi de 2003 sur la sortie du nucléaire stipule que la production d'énergie nucléaire avec les réacteurs existants de Doel et de Tihange cessera définitivement après 40 ans d'exploitation. À l'issue de cette période, une prolongation de l'exploitation (LTO pour « Long Term Operations ») peut être accordée, si celle-ci s'avère nécessaire pour assurer la sécurité d'approvisionnement, et faisable en termes d'investissements.



DOEL 1, DOEL 2 ET TIHANGE 1 PROLONGATION D'EXPLOITATION JUSQU'EN 2025



En 2015, Doel 1, Doel 2 et Tihange 1 ont obtenu une prolongation d'exploitation de dix ans. En sa qualité d'exploitant, Electrabel a investi 1,3 milliard d'euros supplémentaires afin d'assurer la conformité des centrales avec les normes de sûreté les plus récentes

DOEL 4 ET TIHANGE 3 PROLONGATION D'EXPLOITATION JUSQU'EN 2035



Début 2024, le gouvernement belge a décidé de ne pas mettre pleinement en œuvre la sortie du nucléaire prévue pour 2025. Un accord a été conclu avec ENGIE pour que les deux plus jeunes réacteurs nucléaires de notre pays (Doel 4 et Tihange 3) restent eux aussi en exploitation pendant dix années supplémentaires. Leur mise à l'arrêt prévue a ainsi été reportée à 2035. Les accords Phoenix font du gouvernement belge le copropriétaire à 50 % de ces réacteurs.

Comment se déroule la prolongation d'exploitation d'une centrale nucléaire ?

Nous exploitons les centrales nucléaires de manière sûre et professionnelle depuis des décennies. Nous avons ainsi contribué à la stabilité de l'approvisionnement énergétique de notre pays. C'est avec ce même professionnalisme nucléaire que nous relèverons le défi des prolongations d'exploitation. Le processus de prolongation, également connu sous le nom d'« exploitation à long terme » ou « LTO » (Long Term Operations), se déroule en quatre temps.

Phase 01

Adaptation du cadre juridique

Une fois que toutes les parties concernées (gouvernement, exploitant et autorités de sûreté nucléaire) sont parvenues à un accord, il convient tout d'abord de créer un cadre juridique adéquat en vue de la prolongation. Dans le cadre des projets LTO déjà mis en œuvre pour Doel 1-2 et Tihange 1, la loi de 2003 sur la sortie du nucléaire avait été modifiée pour intégrer les études et les consultations publiques afférentes. Les modifications législatives requises pour Doel 4 et Tihange 3 ont également été effectuées.

Phase 02

Études de sûreté approfondies

Afin de garantir que la centrale nucléaire prolongée répond aux normes et aux réglementations les plus récentes, nos équipes d'experts effectuent un examen périodique de la sûreté (PSR-LTO). Il s'agit d'une évaluation systématique de l'état des installations en vue de leur prolongation d'exploitation. Nos experts examinent minutieusement l'ensemble des structures, systèmes et composants. Nous soumettons ensuite le rapport de synthèse de cet examen à l'autorité de sûreté AFCN pour approbation. Ce rapport comporte trois volets : (1) les différences entre l'état de l'installation et les règles et normes de sûreté nucléaire en vigueur, (2) la mesure dans laquelle ces différences sont acceptables et (3) une liste et un calendrier des actions et améliorations nécessaires.

Phase 03

Vérification et remplacement des composants

Sur base des résultats des études et inspections réalisées, nous déterminons les composants qui doivent être remplacés. Une tâche loin d'être aisée, puisque certains composants sont si spécifiques et sont soumis à des exigences si strictes qu'ils doivent être commandés longtemps à l'avance. Le remplacement de ces composants s'effectue généralement lors des arrêts des centrales pour opérations majeures de maintenance, également appelés « révisions ». Chaque révision est suivie d'un contrôle de l'AFCN. Les centrales ne peuvent être redémarrées qu'avec le feu vert de l'AFCN.

Phase 04

Autres travaux d'amélioration

Outre la nécessité de remplacer certains composants, les études réalisées peuvent également mettre en évidence la nécessité de modifier la conception proprement dite des centrales. Ces modifications sont alors réalisées sur base des normes internationales, de l'expérience mondiale et des nouvelles technologies. En concertation avec l'AFCN, nous évaluons les adaptations nécessaires, en tenant compte de l'âge de nos installations, des améliorations déjà apportées, de l'emplacement de la centrale, etc.



Priorité à la sûreté

Dans le cadre de l'exploitation d'une centrale nucléaire, la sûreté est une priorité absolue. Electrabel met tout en œuvre pour s'assurer que les activités des centrales nucléaires n'aient aucune incidence négative sur l'homme et sur l'environnement.

Conception selon le principe de redondance

Les défaillances possibles ont été prises en compte dès la phase de conception des centrales nucléaires. Les équipements sensibles en matière de sûreté existent en trois exemplaires. C'est l'essence même du principe de redondance : la défaillance d'un composant ne peut jamais compromettre la sûreté de la centrale.

MESURES DE SÛRETÉ NUCLÉAIRE

La sûreté nucléaire est ancrée dans nos principes opérationnels et dans des règlements très stricts. Nous sommes ainsi en mesure de garantir le fonctionnement sûr à long terme de nos centrales :

- ✓ Conception selon le principe de redondance
- ✓ Cinq barrières de confinement de la radioactivité
- ✓ Collaborateurs hautement qualifiés
- ✓ Contrôles externes tout au long de l'année
- ✓ Réévaluations décennales de la sûreté



Cinq barrières de confinement de la radioactivité

Nous mettons tout en œuvre pour éviter que les substances radioactives entrent en contact avec l'environnement extérieur. Une série de cinq barrières successives isolent ainsi complètement l'uranium et les produits de fission hautement radioactifs.

- 1 Pastilles de combustible**
L'oxyde d'uranium est compressé sous la forme de pastilles.
- 2 Barres de combustible**
Les pastilles sont placées dans des barres de combustible soudées hermétiquement.
- 3 Cuve du réacteur**
Plusieurs barres sont assemblées pour former un élément combustible. Les éléments combustibles sont placés dans la cuve du réacteur, qui est dotée d'une paroi en acier de 20 cm d'épaisseur.
- 4 Première enceinte**
Une première enceinte empêche tout rejet de radioactivité en dehors du bâtiment réacteur. Cette paroi est capable de résister à une forte pression de l'intérieur.
- 5 Deuxième enceinte**
Une seconde enceinte en béton armé protège les installations contre les accidents ou incidents externes, tels qu'une explosion, une inondation, un séisme ou encore l'impact d'un crash d'avion.



Une dépression entre la première et la deuxième enceinte du bâtiment réacteur permet d'éviter tout rejet non contrôlé de radioactivité vers l'extérieur. Cette double couche de protection est unique et spécifique aux réacteurs belges.



Collaborateurs hautement qualifiés

L'exploitation quotidienne des centrales est confiée à un personnel hautement qualifié. Les collaborateurs de la salle de contrôle doivent être titulaires d'une licence qui atteste de leur capacité à piloter la centrale. Cette licence doit être renouvelée tous les deux ans. Pour l'obtenir, les opérateurs de la salle de contrôle doivent suivre un cycle de formation spécifique et intensif, ainsi qu'un entraînement poussé sur simulateur. Ils doivent ensuite réussir un examen en présence d'un organisme de contrôle indépendant.

Tous les collaborateurs de la centrale nucléaire doivent, en outre, se soumettre périodiquement à un examen médical, tandis qu'un programme de « performance humaine » les aide à éviter les erreurs humaines.

Dans le cadre de nombreux projets, Electrabel fait également appel aux experts nucléaires de Tractebel (ingénierie), Laborelec (R&D) et Synatom (cycle du combustible nucléaire), tous trois membres du groupe ENGIE.



LE SAVIEZ-VOUS ?

Les collaborateurs des nombreuses entreprises externes actives à Doel et à Tihange doivent également suivre une formation pour répondre aux mêmes critères de connaissances de base que le personnel d'Electrabel.

Contrôles externes tout au long de l'année

Le secteur nucléaire est l'un des secteurs les plus réglementés au niveau national et international. Chaque année, les centrales nucléaires subissent en moyenne 50 audits indépendants. Ces audits sont réalisés par des parties externes nationales et internationales et visent à vérifier le niveau de sûreté des installations, dans une optique d'amélioration continue.

À l'échelle nationale, l'AFCN et sa filiale Bel V sont chargées du contrôle permanent des centrales nucléaires belges. À l'échelle internationale, ce sont l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA), l'Association mondiale des exploitants nucléaires (WANO) et la Communauté européenne de l'énergie atomique (Euratom) qui veillent à la sûreté des installations.



Réévaluations décennales de la sûreté

La loi stipule que les centrales nucléaires doivent subir une analyse approfondie tous les dix ans, dans le cadre d'un examen périodique de la sûreté (PSR). Les résultats de cette étude de sûreté sont contrôlés par les autorités de sûreté (AFCN). Ces dernières peuvent formuler des actions d'amélioration, qui devront être mises en œuvre dans un délai de trois ans. Ce n'est qu'après l'approbation de cette étude que l'exploitant peut poursuivre l'exploitation de la centrale pour une nouvelle période de dix ans.

Une telle étude de sûreté est également requise dans le cadre de la prolongation d'exploitation (LTO) des centrales.

Déclassement : un projet industriel sans précédent

À l'issue de l'exploitation vient la dernière phase du cycle de vie d'une centrale nucléaire : le déclassement. Cette phase comprend l'ensemble des mesures administratives et techniques mises en œuvre depuis la préparation de la mise à l'arrêt définitif jusqu'au moment où de nouvelles activités industrielles peuvent être développées sur le site.

La mise à l'arrêt définitif (MAD)

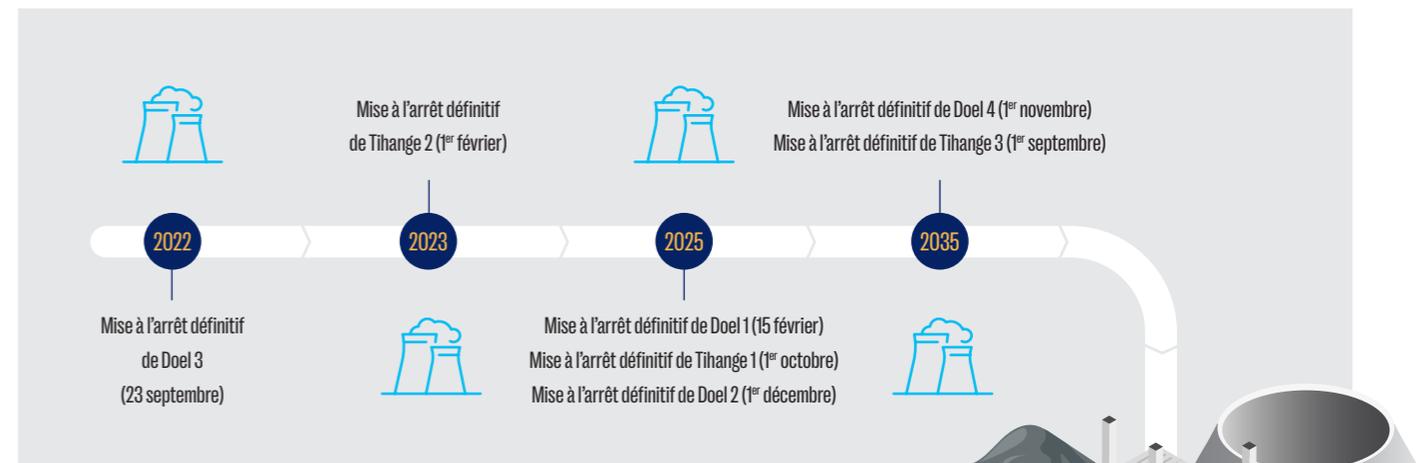
Après la déconnexion du réseau électrique, chaque centrale passe par une phase de mise à l'arrêt définitif. L'intégralité du combustible est retirée du réacteur, le circuit primaire est décontaminé et le combustible usé est entreposé, après un passage dans des bassins de refroidissement, dans des conteneurs sécurisés spécialement conçus à cet effet. La MAD dure entre trois et cinq ans, selon la centrale. Dans le même temps, la centrale est préparée en vue de son démantèlement.



En savoir plus sur le démantèlement des centrales nucléaires de Doel et de Tihange ?

? LE SAVIEZ-VOUS ?

Lorsqu'on parle de démantèlement, on pense surtout à la démolition. Mais nous construisons également de nouvelles infrastructures ou nous adaptons les infrastructures existantes principalement pour le traitement des matériaux résiduels. Nombre de ces activités de déclassement sont aussi inédites et nécessitent des solutions innovantes.



Le démantèlement proprement dit

La phase de mise à l'arrêt définitif est suivie du démantèlement effectif de toutes les installations nucléaires et non nucléaires. Le démantèlement nécessite une autorisation spécifique de l'AFCN (Agence fédérale de contrôle nucléaire) et se compose de plusieurs phases : du démontage des installations et du retrait des composants à la décontamination en vue de libérer tous les bâtiments et le terrain. Le démantèlement dure environ dix ans.

Electrabel constitue des provisions nucléaires depuis des décennies, afin de couvrir les coûts du démantèlement. Ces provisions sont constituées et gérées par Synatom.



15 à 20 ans

La mise à l'arrêt définitif, le démantèlement et la démolition d'une centrale nucléaire durent entre 15 et 20 ans.

Gestion responsable des matériaux et des déchets

Les flux de matériaux et de déchets générés lors de l'exploitation, de la mise à l'arrêt et du démantèlement final d'une centrale nucléaire sont gérés avec précaution et de manière responsable. Nous appliquons une « hiérarchie » stricte, axée sur la prévention.

Pour pouvoir gérer les déchets radioactifs de manière efficace et qualitative, ceux-ci sont répartis en différentes catégories, en fonction du risque qu'ils comportent. La durée de vie (les radionucléides perdent leur énergie de rayonnement après un certain temps) et le niveau de radioactivité sont des facteurs déterminants.

A Catégorie A

regroupe les déchets faiblement ou moyennement radioactifs à vie courte (demi-vie* inférieure à 30 ans). Il s'agit notamment des vêtements de travail, des gants, des chaussures de sécurité, des masques, des filtres et des déchets de laboratoire.

B Catégorie B

regroupe les déchets faiblement ou moyennement radioactifs à vie longue (demi-vie supérieure à 30 ans). Les déchets de catégorie B de nos centrales nucléaires proviennent essentiellement de leur démantèlement. Ils comprennent, par exemple, les filtres et les résines des systèmes de purification du circuit primaire.

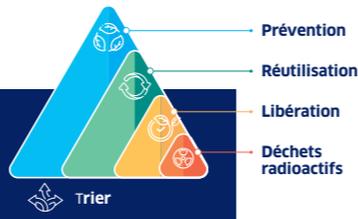
C Catégorie C

regroupe les déchets hautement radioactifs à vie longue et se compose principalement du combustible usé. Les plus grandes précautions sont de mise lors du transport, du traitement et de l'entreposage de ces déchets.

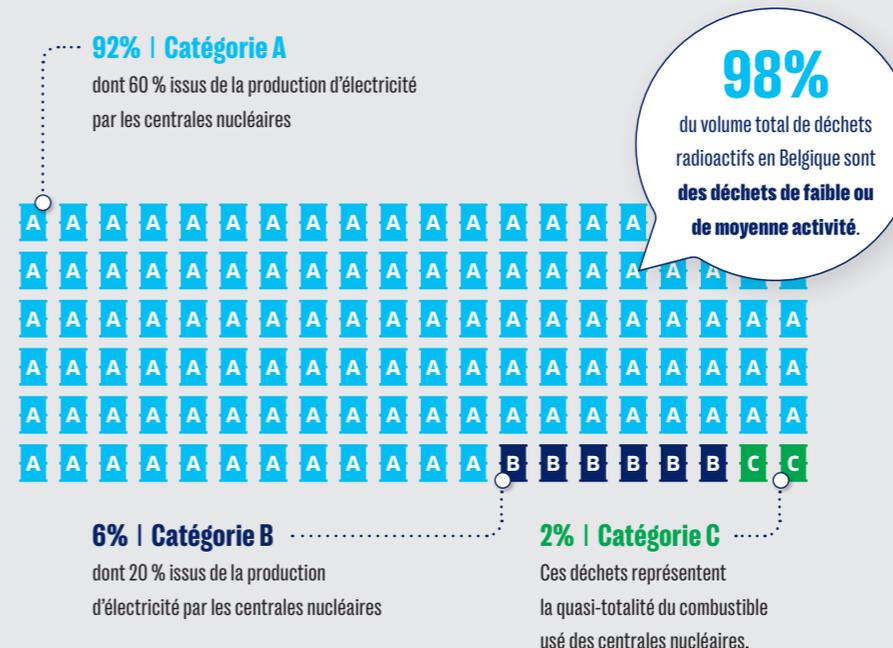
* La demi-vie correspond au temps nécessaire pour que la moitié des atomes radioactifs présents se désintègre.



La réduction des déchets faiblement et moyennement radioactifs, via la **prévention** et la **réutilisation**, est un objectif permanent.



Volumes de déchets radioactifs en Belgique*



Entreposage sûr

En Belgique, l'ONDRAF (Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies) et sa filiale Belgoprocess sont les seuls responsables finaux de la gestion des déchets radioactifs, y compris ceux des centrales nucléaires. Ils constituent ainsi le lien entre le gouvernement fédéral et les institutions et entreprises (exploitants) impliquées dans la gestion des déchets radioactifs.



* Source : rapport annuel ONDRAF 2023 - prévision du volume total de déchets à enfouir

Gestion des déchets faiblement et moyennement radioactifs

Electrabel vise avant tout à minimiser les volumes de déchets radioactifs. Grâce à des techniques de décontamination spécifiques, nous séparons les matériaux non radioactifs des matériaux radioactifs. À l'issue de mesures basées sur des techniques spécialement développées, et en respectant un cadre juridique strict, nous pouvons ensuite libérer les matériaux non radioactifs en vue de leur utilisation ultérieure dans l'économie circulaire.

Pour les déchets radioactifs restants, les centrales disposent de leurs propres installations de traitement des déchets liquides et solides.



Les filtres à eau issus des circuits radioactifs, ainsi que les boues, sont stabilisés dans du béton qui est coulé dans des fûts spéciaux. Cette manière d'immobiliser les déchets est appelée « conditionnement ». Les fûts sont temporairement entreposés sur les sites avant d'être acheminés vers Belgoprocess.

Les déchets solides compressibles sont compactés et évacués pour traitement ultérieur chez Belgoprocess. Le déchetage est une autre possibilité pour réduire le volume de déchets. Les déchets sont ensuite brûlés dans un incinérateur spécialement conçu à cet effet. Les déchets radioactifs liquides sont traités en vue de leur réutilisation. Si ce n'est pas possible, ils sont extraits et vaporisés en très petits volumes, pour être ensuite traités comme des déchets radioactifs.

Gestion des déchets hautement radioactifs

Après 3 à 4 ans passés dans le cœur du réacteur, l'élément combustible est vidé de son énergie et doit être retiré du cœur. Les éléments combustibles usés renferment encore beaucoup de chaleur et émettent des rayonnements. Afin de les refroidir, ils sont entreposés pendant une période de 5 à 10 ans dans un bassin d'eau (piscine de désactivation), au sein d'un bâtiment renforcé. À la centrale nucléaire de Tihange, les éléments combustibles ont, par le passé, été transférés vers un bâtiment centralisé de stockage « humide », où ils étaient donc entreposés sous l'eau.

Tihange passe progressivement au système de stockage « à sec » utilisé à Doel. Dans cette configuration, les éléments combustibles sont retirés des piscines de désactivation et placés directement dans des conteneurs spécialement conçus à cet effet.

Une fois remplis, ces conteneurs sont transférés vers des bâtiments hautement sécurisés, où ils sont entreposés en attendant d'être acheminés jusqu'à leur installation de stockage définitif. Le combustible usé est entreposé sur les sites dans l'attente d'une décision du gouvernement belge concernant le concept de stockage définitif pour ce type de déchets, sa construction et sa mise en service effective par l'ONDRAF.



? LE SAVIEZ-VOUS ?

Dans l'attente d'une décision du gouvernement belge concernant le concept de stockage définitif, le combustible usé est entreposé sur les sites de Doel et Tihange, dans des conteneurs et des bâtiments hautement sécurisés.

En savoir plus sur Doel et Tihange?

Surfez sur notre site web pour retrouver toutes les informations et actualités, ainsi que les déclarations environnementales EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) des centrales nucléaires de Doel et Tihange.

www.nuclear.engie-electrabel.be

En savoir plus sur les activités nucléaires de nos organisations partenaires?

www.laborelec.com

www.synatom.be

www.tractebel-engie.be

En savoir plus sur l'énergie nucléaire en Belgique?

AFCN Agence fédérale de contrôle nucléaire
afcn.fgov.be

SCK CEN Centre d'étude de l'énergie nucléaire
www.sckcen.be

ONDRAF Organisme national des déchets radioactifs et des matières fissiles enrichies
www.niras.be

Belgoprocess Traitement et stockage des déchets radioactifs
(filiale de l'ONDRAF)
www.belgoprocess.be

Tabloo Centre de visiteurs et de rencontre dédié à la radioactivité (ONDRAF)
www.tabloo.com

Boulevard Simon Bolivar 36
1000 Bruxelles, Belgique
www.engie.be

