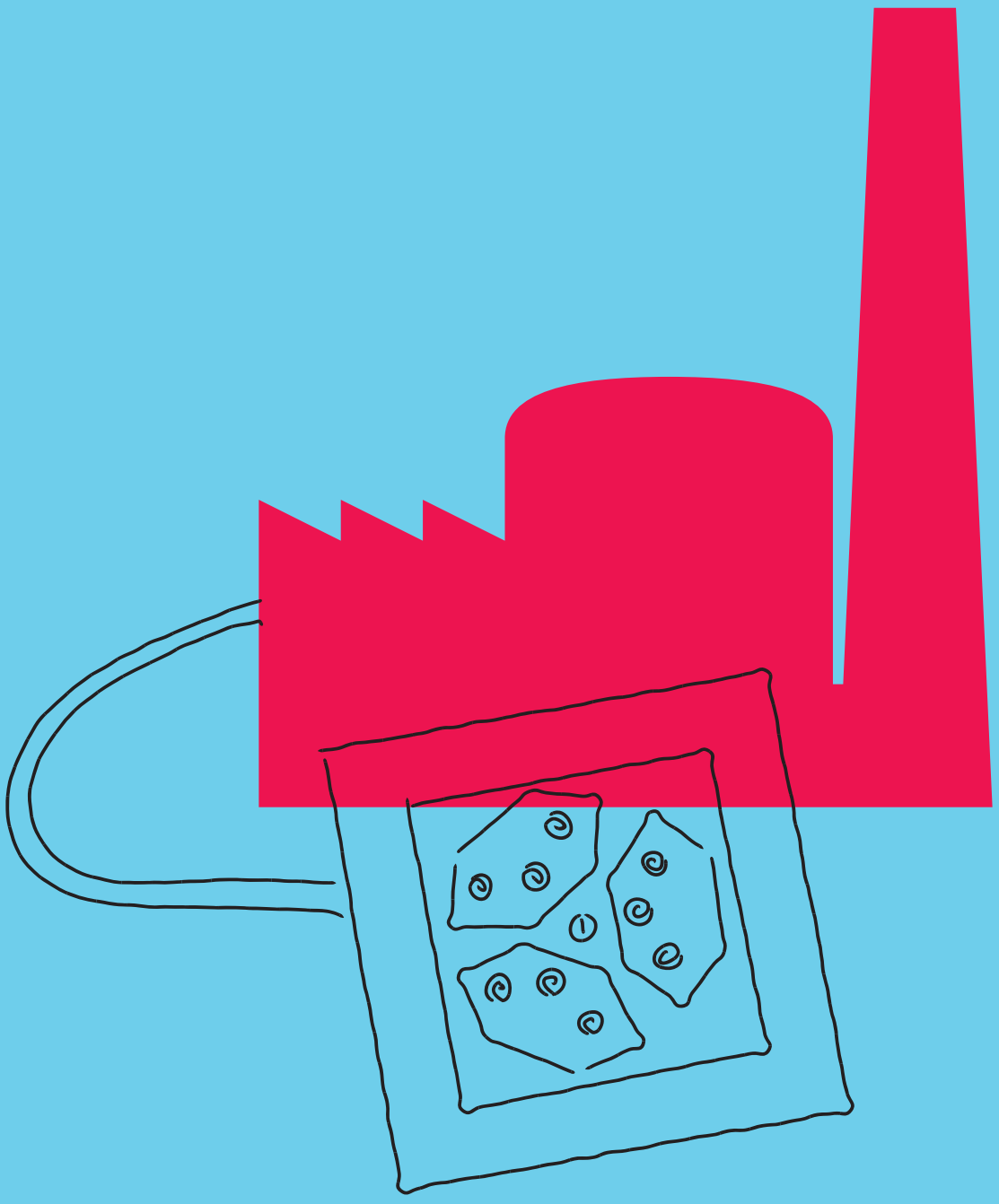
COMPÉTENCE

L'énergie nucléaire



BKW

Sûre et fiable.
Depuis 1972, BKW produit de l'électricité dans la centrale nucléaire de Mühleberg (CNM), et elle continuera jusque fin 2019. Grâce à une technique irréprochable et à 350 collaborateurs motivés. BKW compte sur ces mêmes ressources pour le démantèlement.

Sommaire

En savoir plus sur l'énergie nucléaire

4 D'infimes particules pour une énergie énorme

6 De la chaleur naît l'électricité

8 Où les noyaux subissent une fission

10 Deux types de réacteurs: à eau bouillante et à eau pressurisée

11 Le refroidissement des centrales nucléaires

La CNM

12 Une centrale fiable

16 La sécurité est au premier plan

18 Rééquipements en cours

20 Perspectives pour les collaborateurs

Le démantèlement prévu pour 2020

22 Voici comment la CNM sera désaffectée

24 Evacuation sûre des déchets radioactifs

26 Saviez-vous…?

D'infimes particules pour une énergie énorme

Dans une centrale nucléaire, des atomes subissent une fission sous contrôle pour produire de l'énergie. Du fait de ses propriétés, l'uranium est particulièrement adapté à cette transformation. L'énergie libérée lors de la fission est transformée en chaleur.

La matière telle qu'on la connaît sur notre planète est composée d'atomes. Les atomes sont les plus petits éléments chimiques non divisibles de la matière. Un atome se compose d'un noyau atomique (avec des protons chargés positivement et des neutrons sans charge) et d'une enveloppe d'électrons à charge électrique négative. Le nombre d'électrons dans l'enveloppe correspond au nombre de protons dans le noyau.

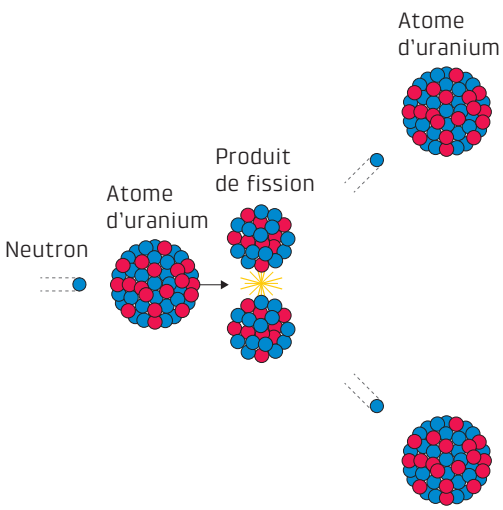
La proportion entre un noyau atomique et une enveloppe est comparable à une tête d'épingle dans une sphère de 100 mètres de diamètre. Même si le noyau atomique est beaucoup plus petit que son enveloppe, presque toute la masse de l'atome s'y concentre.

Comment un noyau atomique subit-il une fission?
En règle générale, les noyaux atomiques sont très stables et maintenus ensemble par une interaction forte appelée énergie nucléaire. Certains éléments comme l'uranium possèdent des noyaux atomiques plutôt instables, car ils présentent un nombre élevé de protons qui se repoussent les uns les autres en raison de leur charge électrique identique. Toutefois, l'énergie nucléaire assure la cohésion du noyau atomique. Lorsqu'un noyau atomique d'uranium absorbe un neutron supplémentaire, la force répulsive des protons devient supérieure à l'énergie nucléaire contraignante. Le noyau atomique d'uranium se divise en deux noyaux atomiques. Le produit de fission est ainsi créé.

La masse est transformée en énergie au cours de ce processus. Elle est libérée sous forme de chaleur. C'est pourquoi les centrales nucléaires sont des centrales thermiques.

Les atomes peuvent se transformer et se désintégrer spontanément et sans intervention humaine.

FISSION DE NOYAUX ATOMIQUES



Réaction en chaîne contrôlée
La fission d'un noyau atomique d'uranium ne provoque pas seulement une libération d'énergie thermique. Deux à trois neutrons sont également libérés, susceptibles de provoquer à leur tour la fission de nouveaux noyaux atomiques. Une réaction en chaîne se produit. Dans une réaction en chaîne non contrôlée, de plus en plus de neutrons sont libérés, ce qui entraîne la prolifération des noyaux atomiques désintégrés. Pour produire de l'électricité, les noyaux atomiques d'uranium subissent une fission sous contrôle. A cette occasion, la quantité des noyaux désintégrés demeure constante.

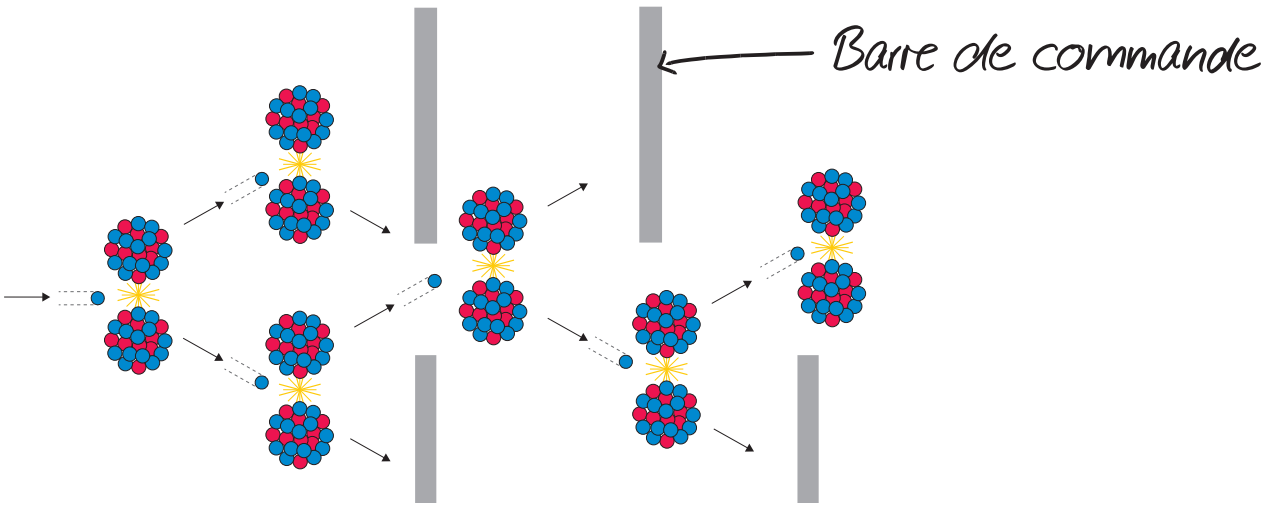
Comment la réaction en chaîne est-elle contrôlée?
Pour contrôler la réaction en chaîne dans le réacteur, une concentration d'uranium fissile relativement faible est employée. Par ailleurs, le réacteur est équipé de barres de commande, qui absorbent des neutrons, de sorte que seul un neutron peut déclencher une autre fission à partir des deux ou trois neutrons libérés en moyenne.

Un rayonnement radioactif se produit lorsqu'un noyau atomique se transforme en un autre ou lorsqu'il est désintégré activement. La distance, un écran et une courte durée d'exposition par rapport à la source radioactive sont des mesures de protection contre la radioactivité.

La catastrophe nucléaire de Tchernobyl (1986)

Dans le cas de la catastrophe de Tchernobyl, on a assisté à un incident au cours duquel la réaction en chaîne est devenue incontrôlable. Une erreur de conception de l'installation et des opérateurs qui n'ont pas respecté les directives de sécurité en vigueur ont eu pour conséquence la propagation de façon explosive de la réaction en chaîne.

FISSION SOUS CONTRÔLE DE NOYAUX ATOMIQUES D'URANIUM



De la chaleur naît l'électricité

Une centrale nucléaire peut être considérée comme une grande et puissante machine à vapeur. Grâce à une fission nucléaire, elle produit de la chaleur qui porte l'eau à ébullition. La vapeur est dirigée vers une turbine qui génère de l'électricité au moyen d'un alternateur.

Des centrales nucléaires sont des centrales thermiques qui utilisent l'énergie sous la forme de chaleur pour produire de l'électricité. Pour cela, l'énergie produite est transformée plusieurs fois. L'énergie thermique (chaleur) est appliquée à l'énergie mécanique, la vapeur actionnant les turbines. Ces turbines sont à leur tour couplées à un alternateur qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique.

Beaucoup d'énergie avec peu de combustibles
Par rapport au volume de combustibles utilisé, la fission nucléaire libère bien plus d'énergie que la combustion de charbon, de gaz ou de fuel par exemple. Une centrale nucléaire traditionnelle (puissance électrique de 1000 mégawatts) produit environ 8000 millions de kilowatts-heures d'électricité par an, ce qui nécessite environ 20 tonnes de combustibles nucléaires. Avec une puissance électrique de 373 mégawatts, la CNM produit environ 3000 millions de kilowatts-heures d'électricité par an. Cela correspond à environ 5% des besoins totaux en électricité de la Suisse.

Environ 440 centrales nucléaires sont en service dans le monde entier, dont 100 aux Etats-Unis. Environ 60 centrales nucléaires réparties sur 15 pays sont en cours de construction. 160 autres sont prévues dans 21 pays. Toutefois, 132 centrales nucléaires sont en cours de désaffectation dans le monde. L'énergie nucléaire représente plus de 10% de la production mondiale d'électricité.

Vous trouverez des informations complémentaires sur le site www.nuklearforum.ch

Le système et les conduites d'eau d'alimentation dans la salle des machines de la CNM

Où les noyaux subissent une fission

Le réacteur est le maillon central d'une centrale nucléaire. Il se compose de la cuve de pression du réacteur à paroi épaisse en acier dans laquelle se trouvent les éléments combustibles et diverses installations techniques. De plus, de l'eau traverse le réacteur, du bas vers le haut.

Comment un cœur de réacteur est-il construit? Le combustible, de l'oxyde d'uranium sous forme de pastilles, se trouve dans des tubes métalliques, les barres de combustible. Plusieurs de ces barres de combustible sont réunies en un élément combustible. La CNM est constituée de 240 éléments combustibles d'une longueur de 4,50 m et d'une section de 15 cm.

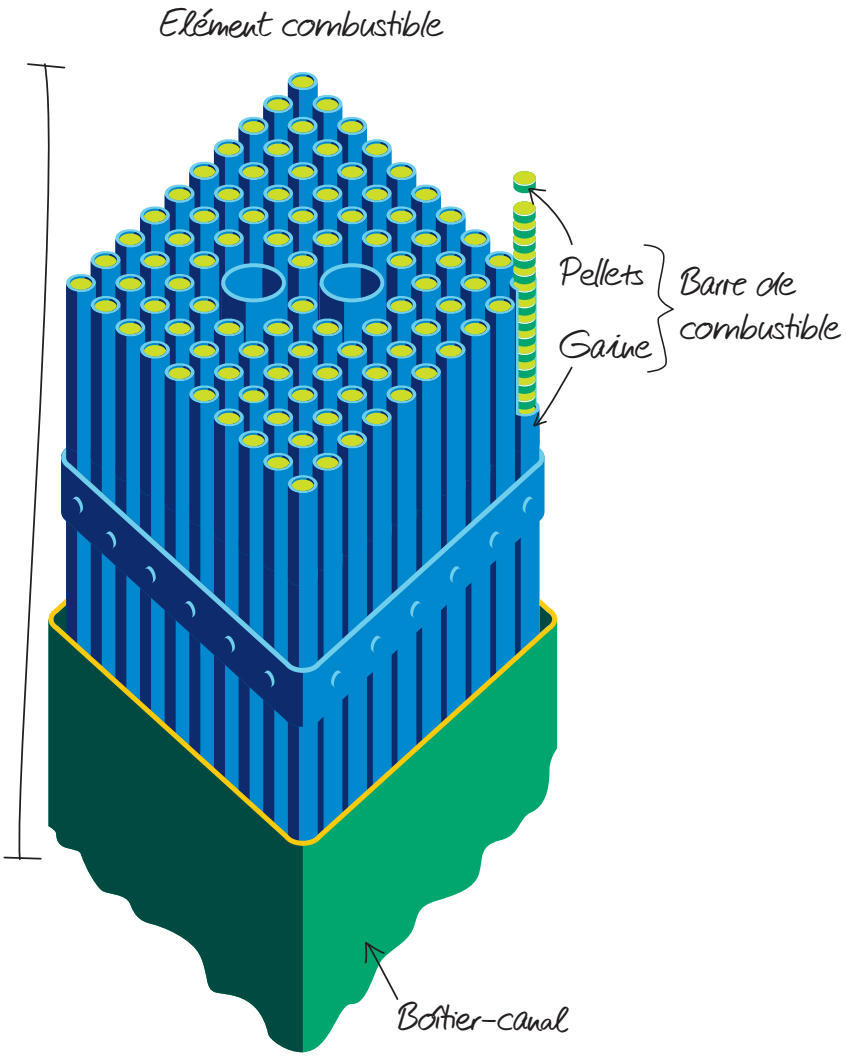
Les barres de commande réglementent la puissance du réacteur

Les barres de commande, qui contiennent une matière absorbant les neutrons, comme le bore, peuvent être insérées entre les éléments combustibles et capturer l'excédent de neutrons. La puissance du réacteur peut ainsi être réglementée, jusqu'au déclenchement. En effet, lorsque les barres de commande sont entièrement insérées, la réaction en chaîne est entravée. Si nécessaire, les barres de commande peuvent être insérées en quatre secondes.

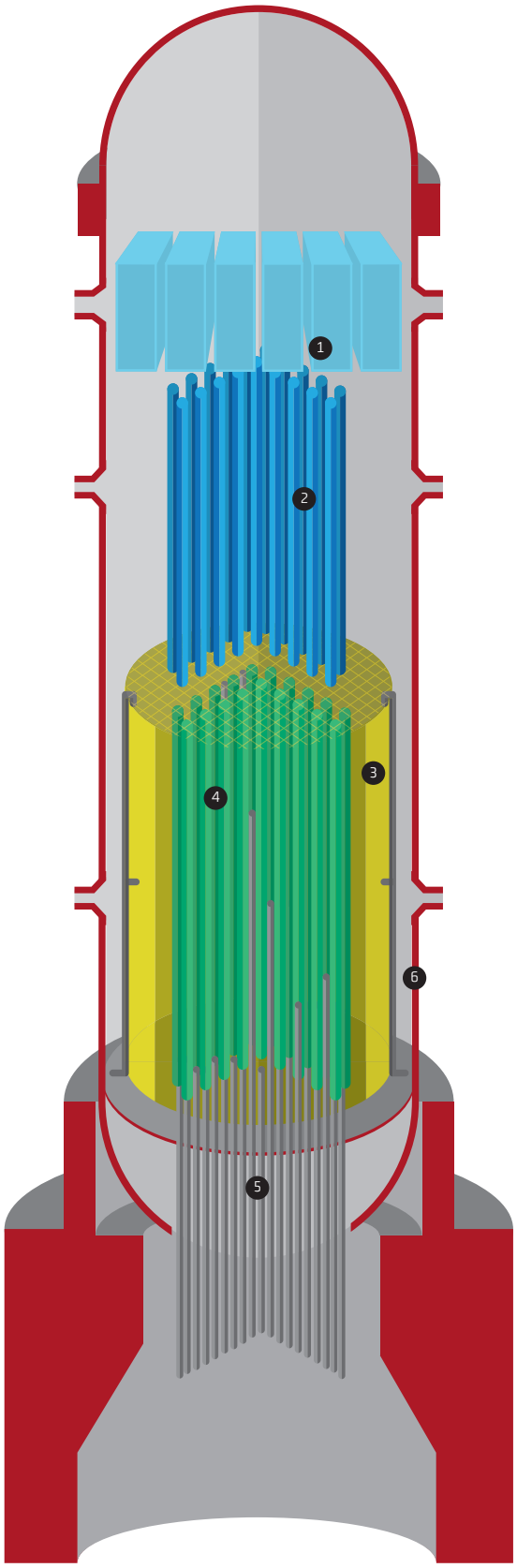
L'eau modère et absorbe la chaleur

L'eau qui coule entre les barres de combustible a deux fonctions. Elle évacue l'énergie thermique libérée lors de la fission nucléaire et sert de modérateur; elle ralentit les neutrons libérés lors de la fission nucléaire à la vitesse appropriée pour une autre fission.

D'autres éléments importants dans un réacteur sont des installations techniques comme le séparateur d'eau et le sécheur de vapeur, qui garantissent l'apport de vapeur aussi sèche que possible dans les turbines. On peut également citer le manteau du cœur du réacteur, qui permet que l'eau coule du bas vers le haut à travers les éléments combustibles.



Les éléments combustibles non utilisés ne sont pas radioactifs. Ils ne le seront que dans le réacteur, lorsqu'une réaction en chaîne sera déclenchée par un bombardement de neutrons, donc lorsqu'un atome d'uranium subira une fission.



Le manteau du cœur du réacteur le plus contrôlé au monde

En 1990, des fissures ont été découvertes dans le manteau du cœur du réacteur. Elles sont provoquées par la corrosion sous contrainte, un effet combiné de contraintes propres, de matériau et de composition chimique de l'eau. Le manteau du cœur du réacteur est régulièrement contrôlé, visuellement et aux ultrasons. En 1996, il a été stabilisé avec quatre tirants d'ancrage. Depuis 2000, des métaux précieux (solution de platine) et de l'hydrogène ont été ajoutés avec succès à l'eau du réacteur pour amortir la croissance des fissures. Malgré ces fissures, la résistance du manteau du cœur du réacteur est également garantie en cas d'incidents majeurs.

Vous voulez en savoir plus sur le manteau du cœur du réacteur?
www.bkw.ch/manteau-du-reacteur

CUVE DE PRESSION DU RÉACTEUR

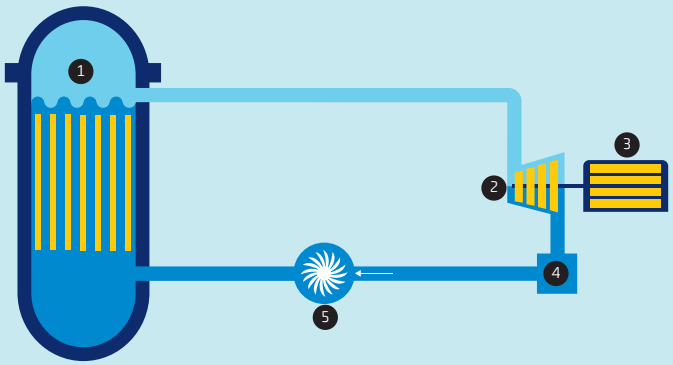
1 Sécheur de vapeur
2 Séparateur d'eau
3 Manteau du cœur du réacteur, tirants d'ancrage incl.
4 Eléments combustibles
5 Barres de commande
6 Cuve de pression du réacteur

Deux types de réacteurs: à eau bouillante et à eau pressurisée

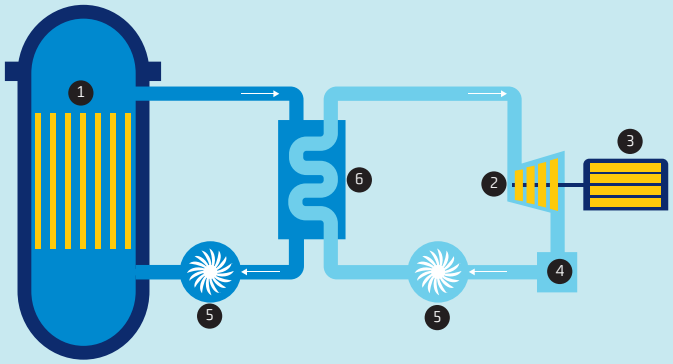
Les centrales suisses de Mühleberg et de Leibstadt sont des réacteurs à eau bouillante, celles de Beznau et Gösgen des réacteurs à eau pressurisée. Dans les premières, l'eau qui coule à travers le réacteur y est déjà transformée en vapeur. Dans les secondes, la chaleur produite est transformée en vapeur lors d'un deuxième cycle d'eau.

Dans un réacteur à eau bouillante comme celui utilisé à la CNM, l'eau est introduite dans le réacteur pour y être portée à ébullition. L'eau s'évapore et la vapeur d'eau est directement amenée à une turbine couplée à un alternateur.

Dans un réacteur à eau pressurisée, l'eau est à une pression si élevée qu'elle ne peut pas bouillir malgré la température de plus de 300 °C. Dans un échangeur de chaleur ou un générateur de vapeur, la chaleur est transmise à un deuxième cycle d'eau. La pression est moins élevée dans cet appareil, ce qui permet l'évaporation de l'eau. Cette vapeur est amenée à une turbine couplée à un alternateur.



RÉACTEUR À EAU BOUILLANTE
1 Réacteur
2 Turbine à vapeur
3 Générateur
4 Condensateur
5 Pompe



RÉACTEUR À EAU PRESSURISÉE
1 Réacteur
2 Turbine à vapeur
3 Générateur
4 Condensateur
5 Pompe
6 Générateur de vapeur

Le refroidissement des centrales nucléaires

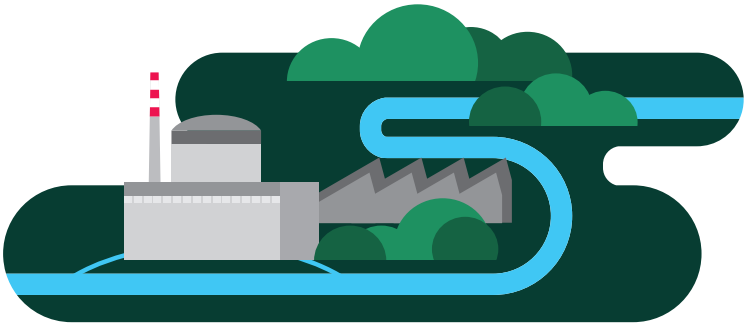
Pour des raisons physiques, les centrales nucléaires ne peuvent transformer en électricité qu'un tiers environ de l'énergie thermique produite. La chaleur restante, appelée déperdition de chaleur, doit être évacuée. Ce processus se produit au moyen d'un flux ou d'une tour de refroidissement.

Une fois sortie de la turbine, la vapeur est amenée dans le condensateur, où elle est refroidie et condensée en eau. Pour cela, de l'eau de refroidissement est nécessaire. Elle absorbe la chaleur du cycle d'eau nucléaire et l'évacue. Après être passée dans des dispositifs de nettoyage, ainsi que dans différentes pompes et des préchauffeurs, l'eau retourne dans le réacteur, où elle est de nouveau transformée en vapeur.

L'eau de refroidissement est complètement séparée des circuits d'eau nucléaire, même s'ils se rencontrent pratiquement dans le condensateur, dans des conduites différentes. Leur eau n'est jamais mélangée.

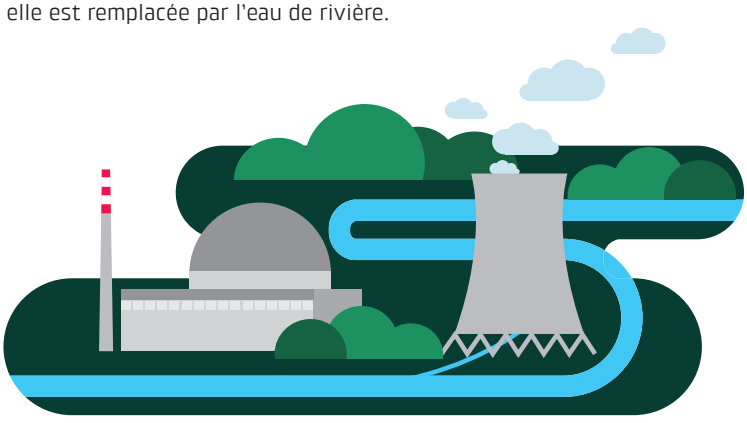
Tour de refroidissement ou non?
Les centrales nucléaires de Beznau et Mühleberg sont directement refroidies à l'eau de rivière, celles de Gösgen et Leibstadt le sont par contre avec une tour de refroidissement. Le type du réacteur (à eau pressurisée ou à eau bouillante) ne conditionne pas le mode de refroidissement: le critère est la puissance de la centrale.

Comme une centrale nucléaire peut uniquement émettre une quantité de chaleur limitée et légalement définie à un flux, des centrales plus importantes nécessitent une tour de refroidissement. Pourtant, les tours de refroidissement ne peuvent pas entièrement se passer d'eau de rivière!



Ainsi a lieu le refroidissement
Dans le système de refroidissement à circuit ouvert, l'eau de refroidissement est prélevée dans un flux, guidée à travers le condensateur et de nouveau amenée dans le flux.

Dans le cas d'un refroidissement au moyen d'une tour de refroidissement, l'eau de refroidissement est amenée dans une tour de refroidissement, où elle descend de quelques mètres de hauteur, comme dans une douche, à la rencontre d'un flux d'air refroidissant ascendant et où elle est refroidie. Au pied de la tour de refroidissement, elle est collectée dans un bassin et ramenée par des pompes vers le condensateur. Etant donné qu'une faible partie de l'eau de refroidissement est évaporée au cours de ce processus (voile de brume visible au-dessus de la tour de refroidissement), elle est remplacée par l'eau de rivière.



Une centrale fiable

La CNM se trouve à 14 kilomètres environ à l'ouest de Berne et à 1,8 kilomètre au-dessous de la centrale hydroélectrique de Mühleberg. Elle a été raccordée au réseau en 1972 et son exploitation cessera fin 2019.

www.bkw.ch/visiteurs
Téléphone: 0844 121 123

Les conditions géologiques (sécurité sismique), une alimentation appropriée en eau de refroidissement par l'Aar, une infrastructure réseau déjà bien développée et sa situation géographique au cœur de la zone de desserte de BKW sont autant de raisons qui avaient poussé l'entreprise à choisir ce site. C'est en 1967 qu'a débuté la construction de la CNM. Après quatre ans et demi de travaux et une phase finale de test, la mise en service commerciale de la centrale a été lancée le 6 novembre 1972.

Avec une production annuelle de près de 3000 millions de kilowattheures de courant et une puissance électrique de 373 mégawatts, la CNM constitue un site de production majeur pour BKW. En effet, la production annuelle couvre près de 5% de l'ensemble des besoins suisses en électricité. En outre, des mesures constantes destinées au renforcement de la sécurité garantissent une bonne disponibilité de l'installation.

Les principes directeurs de la CNM
La CNM produit de l'électricité de manière sûre, fiable, économique et respectueuse de l'environnement. Pendant l'exploitation de l'installation, toutes les mesures sont prises pour réduire les risques et assurer la sécurité, mission qui est remplie et contrôlée en permanence au moyen d'un système de gestion de la qualité. On obtient ainsi des améliorations durables.

Le système de gestion de la qualité recouvre l'ensemble des activités de la CNM. A cet égard, l'intégration des domaines de la sécurité, de l'environnement et de la rentabilité se fait conformément aux besoins et à la satisfaction de toutes les parties intéressées ainsi qu'à la responsabilité écologique et sociale.

47 années de production fiable d'électricité
Fin octobre 2013, BKW a décidé de mettre définitivement un terme à l'exploitation de la CNM à la fin de l'année 2019. Divers facteurs ont influencé cette décision: les pronostics des prix bas de l'électricité sur les prochaines années, les incertitudes politiques dans le cadre de l'élaboration de la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération, mais aussi les importants investissements qui auraient dû être réalisés pour une exploitation à long terme (jusqu'en 2030 environ). En outre, la phase de planification de six ans garantit une cessation méthodique de l'exploitation et une préparation minutieuse du démantèlement.

Sécurité de l'approvisionnement: suffisamment d'électricité après 2019
Grâce à ses propres centrales hydroélectriques, BKW dispose d'une quantité suffisante en électricité pour alimenter en énergies renouvelables ses clientes et clients directement approvisionnés. Elle vend le courant qu'elle produit en excédent via des négociants en électricité sur le marché.

La CNM appartient à 100% à BKW.

Par ailleurs, BKW détient une participation minoritaire de 9,5% dans la centrale nucléaire suisse de Leibstadt.

Visitez la CNM!

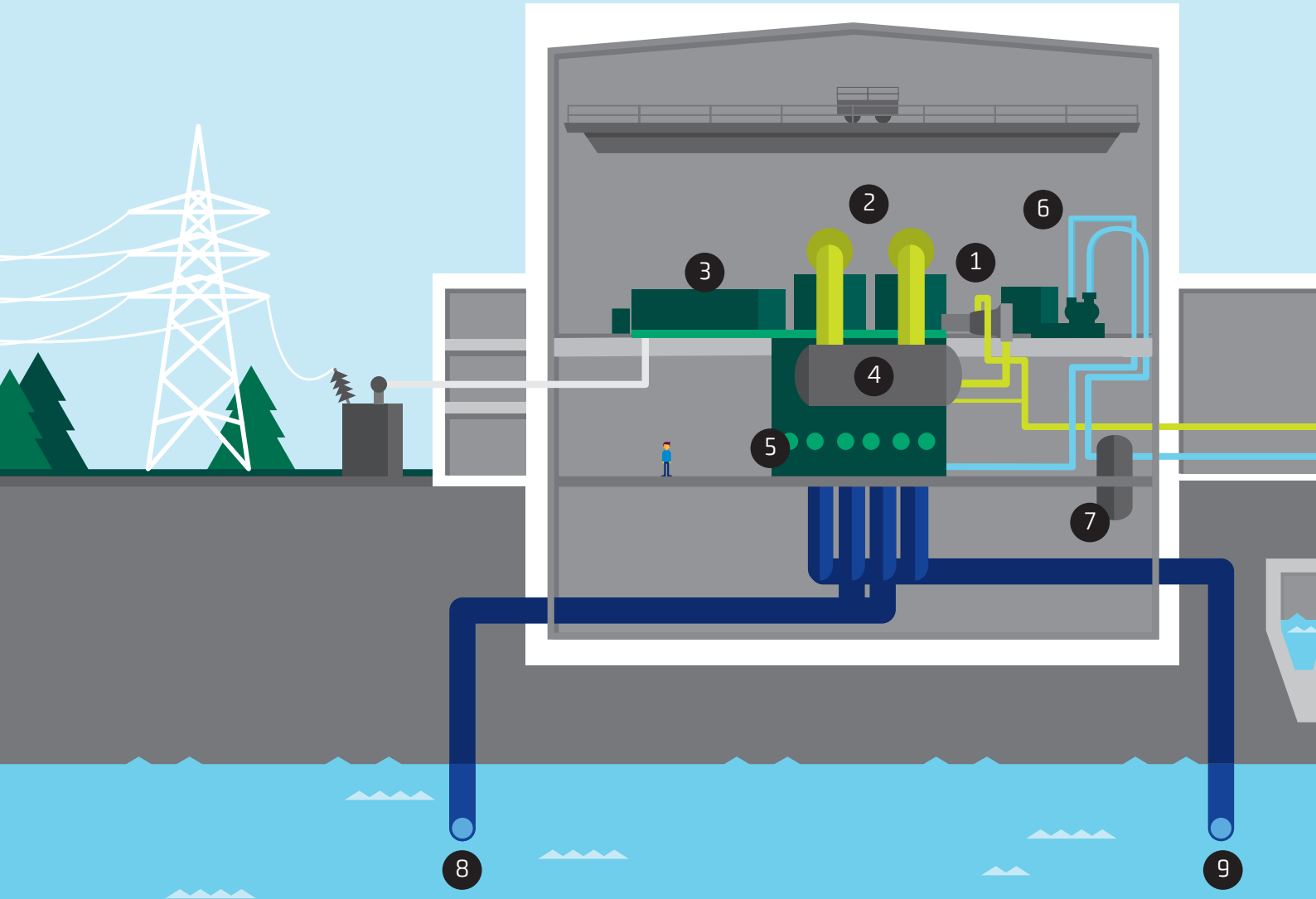
SALLE DES MACHINES

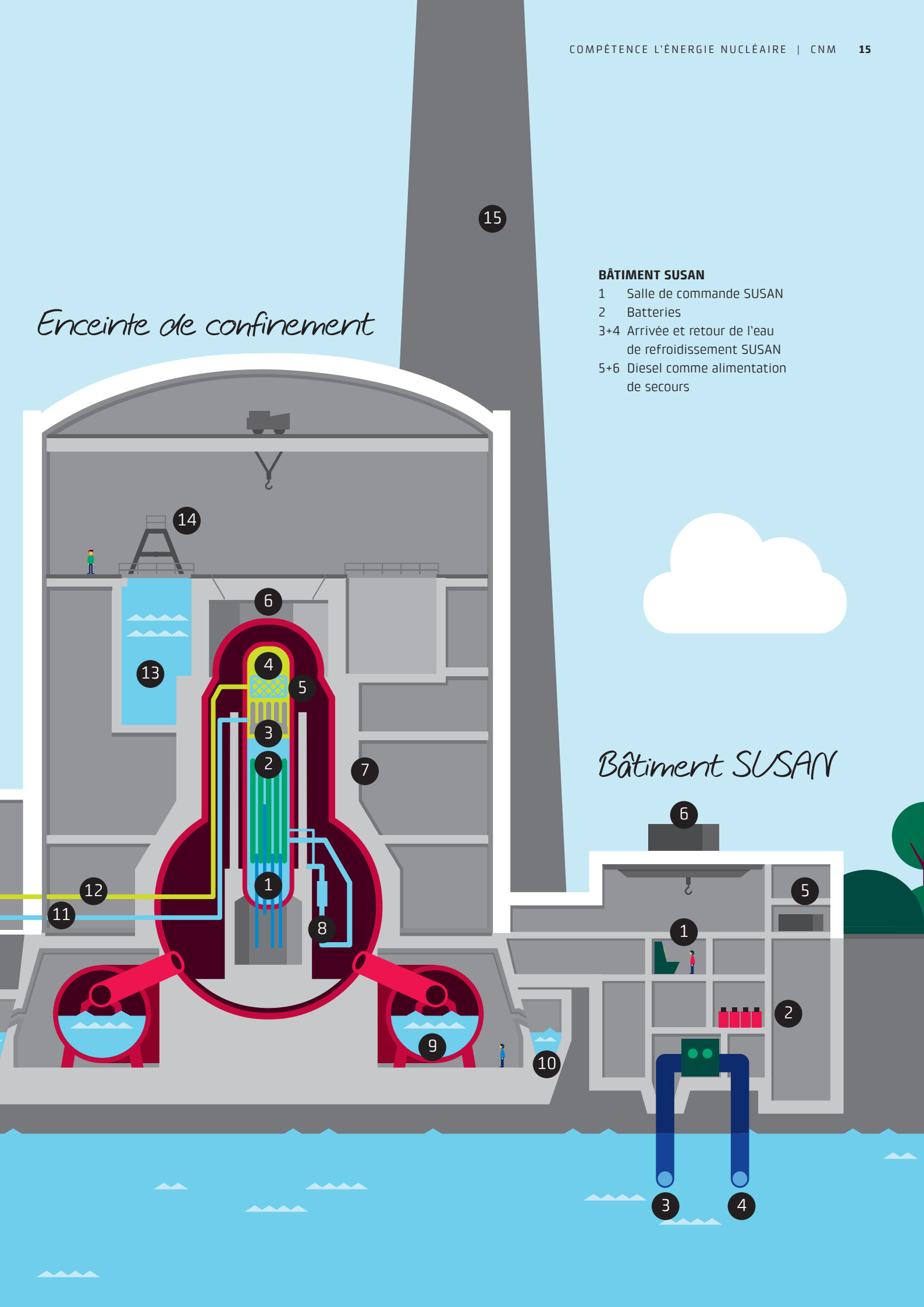
1 Corps haute pression
2 Corps basse pression
3 Générateur
4 Surchauffeur intermédiaire
5 Condensateur
6 Système d'eau d'alimentation
7 Réchauffeur d'eau d'alimentation
8 Arrivée de l'eau de refroidissement (depuis l'Aar)
9 Retour de l'eau de refroidissement (vers l'Aar)

ENCEINTE DE CONFINEMENT

1 Barres de commande
2 Eléments combustibles
3 Séparateur d'eau
4 Sécheur de vapeur
5 Cuve de pression du réacteur
6 Confinement primaire
7 Blindage en béton
8 Pompe de circulation du réacteur
9 Chambre intérieure de décharge de pression
10 Chambre extérieure de décharge de pression
11 Conduite d'eau d'alimentation
12 Conduite de vapeur
13 Piscine de désactivation du combustible usé
14 Machine de chargement pour éléments combustibles
15 Cheminée d'évacuation de l'air

Salle des machines





BÂTIMENT SUSAN

1 Salle de commande SUSAN
2 Batteries
3+4 Arrivée et retour de l'eau de refroidissement SUSAN
5+6 Diesel comme alimentation de secours

La sécurité est au premier plan

Lors de l'exploitation, la protection de la population, de l'environnement et du personnel est une priorité absolue. Des mesures de construction, techniques, mais aussi relatives au personnel et à l'informatique garantissent cette protection. La CNM est surveillée par une surveillance propre au site.

Mesures de construction
Plusieurs barrières de sécurité empêchent les émissions de radioactivité. Les gaines solidement soudées des crayons combustibles (2) constituent la première barrière. Elles empêchent que des substances radioactives parviennent dans l'eau qui circule à travers le réacteur. La deuxième barrière est la cuve de pression du réacteur (3), fabriquée en acier épais. Cette cuve se trouve dans le confinement primaire en acier (4), qui se compose donc également d'acier (troisième barrière). Un blindage en béton (5) est placé au-dessus, faisant office de quatrième barrière. La cinquième barrière est constituée par l'enceinte de confinement (6) servant de confinement secondaire. Elle est en béton armé, ce qui protège également des influences extérieures.

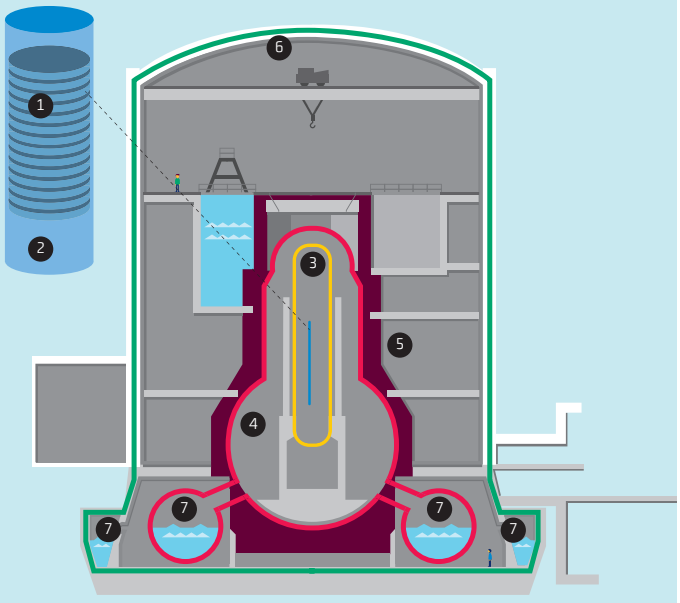
Mesures techniques
Les répercussions d'une perturbation du fonctionnement ou même d'un incident sont limitées grâce à de nombreuses installations techniques de sécurité. Il existe par exemple de nombreux systèmes de sécurité présents en plusieurs endroits et indépendants les uns des autres. Certaines valeurs de service, comme la pression, le flux de neutrons ou le niveau d'eau dans la cuve de pression du réacteur, sont en outre mesurées à plusieurs reprises. Si certaines limites sont atteintes, le réacteur est automatiquement désactivé par l'insertion des barres de commande.

Une exploitation sûre 24h/24
L'exploitation de la CNM est surveillée jour et nuit depuis la salle de commande principale. Toutes les données importantes et les processus sont suivis et commandés grâce aux systèmes de commande. De nombreux appareils de mesure et écrans informent sur l'état de fonctionnement de l'installation.

Les diverses tâches nécessitent des employés qualifiés parfaitement formés sur le plan technique. Ils sont responsables du bon fonctionnement de la centrale.

Sécurité informatique
La sécurité informatique de la CNM est fondée sur des normes ISO reconnues et satisfait aux exigences des autorités compétentes. Les directives et les processus de sécurité sont strictement observés, à tous les niveaux (collaborateurs, réseau et systèmes).

En raison de la séparation physique des systèmes de protection du réacteur et du reste du système informatique, il est impossible que le fonctionnement de l'installation soit directement influencé par un piratage informatique. De plus, les systèmes de protection du réacteur se basent sur un contrôle-commande traditionnel. Ils ne sont pas électroniques.



BARRIÈRES DE SÉCURITÉ
1 Pellets de dioxyde d'uranium
2 Gaine en zirkaloy de la barre de combustible
3 Cuve de pression du réacteur
4 Confinement primaire
5 Blindage en béton
6 Enceinte de confinement (confinement secondaire)
7 Chambres intérieure et extérieure de décharge de pression

Surveillance
Le service de surveillance du site est tenu de surveiller et de contrôler la centrale et ses abords. L'équipe est assistée par des chiens spécialement entraînés. Le service de surveillance du site travaille en équipes 24h/24 et, si nécessaire, en collaboration avec la police.

Surveillance nationale et internationale
La CNM est intégrée dans un réseau dense de surveillance national et international. Pour chaque domaine, qu'il s'agisse du type de construction des installations techniques et des bâtiments, de l'organisation d'entreprise, de la maintenance, du stockage ou du transport des substances radioactives, l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN) édicte des directives de sécurité et contrôle leur respect.

Parallèlement aux autorités suisses, la CNM est régulièrement passée à la loupe par des organisations internationales comme l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) ou l'organisation mondiale d'exploitation WANO.

La catastrophe de Fukushima (2011)

En mars 2011, le plus important tremblement de terre jamais enregistré au Japon a déclenché une série de grands tsunamis, qui ont détruit la zone côtière sur de grandes surfaces. Certes, toutes les centrales nucléaires ont pu être mises hors service, mais dans le parc de centrales de Fukushima-Daiichi, la situation a dégénéré, en raison de la panne totale d'alimentation électrique de secours due à la submersion de l'installation. Les réacteurs ne pouvaient plus être suffisamment refroidis et le combustible nucléaire a commencé à entrer en fusion. Dans trois enceintes de confinement, cela a entraîné des explosions d'hydrogène gazeux contribuant à l'émission de substances radioactives. La cause de la catastrophe était une culture de la sécurité nucléaire insuffisante, puisque les installations n'ont jamais été fondamentalement rééquipées. Le risque dû à des tsunamis a été sous-estimé et les systèmes de sécurité n'ont pas été suffisamment protégés contre les inondations.

Rééquipements en cours

Depuis sa mise en service, la CNM a toujours fait l'objet de rééquipements à la pointe de la science et de la technique. BKW a investi plus de 400 millions de francs à cet effet et poursuit ses investissements. Malgré l'arrêt de l'exploitation prévu fin 2019, la sécurité de la CNM continue d'être renforcée.

1989

Système de secours SUSAN
Le bâtiment de SUSAN (système autonome spécial d'évacuation de la chaleur résiduelle de post-désintégration) est conçu pour résister aux influences extérieures suivantes: tremblements de terre, actions non autorisées de tiers, inondation du terrain, coup de foudre, accident d'avion.

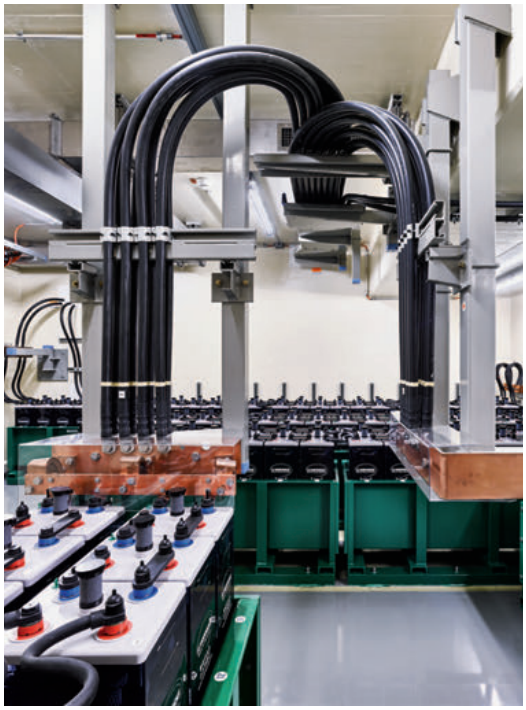
SUSAN est autosuffisant, c'est-à-dire que ce système dispose d'une propre alimentation en énergie et en eau de refroidissement, d'un système de commande indépendant et d'une propre salle de commande. En cas de crise, l'équipe d'exploitation peut mettre hors service et refroidir la CNM à partir de SUSAN.

1996

Renforcement du manteau du cœur du réacteur avec des tirants d'ancrage
Les quatre tirants d'ancrage stabilisent davantage le manteau du cœur du réacteur, notamment en cas de tremblement de terre.

2015

Petit évaporateur
Installation d'un petit évaporateur permettant de réduire les rejets radioactifs. Les eaux usées de décontamination sont surtout évaporées dans le petit évaporateur, ce qui entraîne une séparation de l'eau et des substances qui s'y trouvent. Le volume des eaux usées de la CNM est ainsi sensiblement réduit.



Batteries pour le système de secours SUSAN

plus d'infos en page 9 > Infobox

La CNM émet, de manière contrôlée, de très petites quantités de substances radioactives dans l'air et dans l'eau. Ces émissions correspondent dans l'environnement direct de la centrale à une dose inférieure à 0,01 millisievert (mSv) par an. En comparaison, l'exposition moyenne annuelle aux rayonnements de la population suisse est de 5,5 mSv par an.

2015

Diversification de l'alimentation en eau de refroidissement
Une nouvelle liaison du système de refroidissement au réservoir Runtigenrain, situé en hauteur, garantit une alimentation en eau de refroidissement indépendante de l'Aar en cas d'urgence.

2015 et 2016

Mesures contre les incendies et les inondations dans l'enceinte de confinement au niveau -11 m
Les augmentations de la résistance dans l'enceinte de confinement comme les fosses de récupération d'huile ou une installation de fine brume améliorent la protection contre l'incendie. Les ouvertures créées dans les conduites protègent d'une inondation interne.

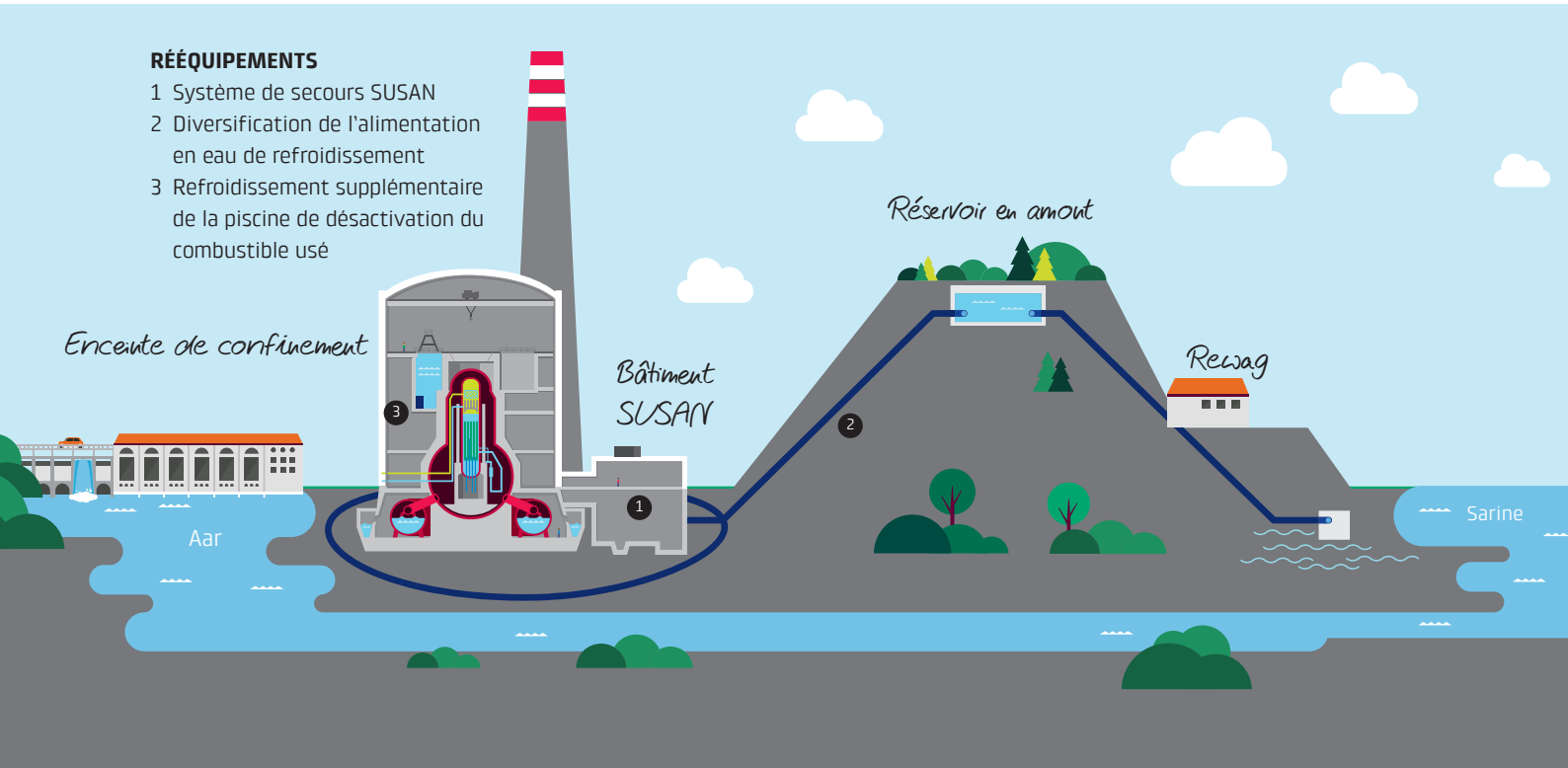
2016

Alimentation supplémentaire en eau dans le réacteur
Une alimentation basse pression permet une arrivée d'eau supplémentaire dans la cuve de pression du réacteur.

2016

Refroidissement supplémentaire de la piscine de désactivation du combustible usé
Un refroidisseur par immersion offre une possibilité supplémentaire de refroidir le bassin dans lequel tombent les éléments combustibles usés. En 2020, ce refroidissement supplémentaire sera transformé en un système de sécurité, afin que la piscine de désactivation du combustible usé puisse être exploitée indépendamment par d'autres systèmes.

Grâce au rééquipement continu, la CNM atteindra en 2019 le plus haut degré de technique de son histoire.



Perspectives pour les collaborateurs

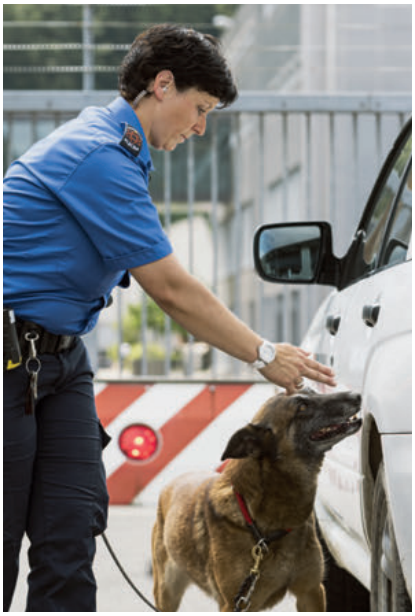
Aujourd'hui, 350 collaborateurs se portent garants de la production d'électricité sûre et fiable dans la CNM. Pour BKW, il est important d'offrir des perspectives à ces collaborateurs également après l'arrêt de l'exploitation fin 2019 et de pouvoir compter sur leurs compétences pendant le démantèlement.

«Je suis l'un des neuf ingénieurs de piquet. J'ai suivi une formation de six ans sur l'installation, ainsi que dans la salle de commande. Un ingénieur de piquet est toujours sur place car il est le premier contact en cas d'incident.»

Simon Meier,
Chef Exploitation des installations

«Notre équipe de six collaborateurs gère 24 400 articles en stock représentant une valeur totale de 40 millions de francs. Ma mission est avant tout la surveillance du stock et le déclenchement de commandes dans les stocks chimie, pétrole et vis. Je suis également cariste ou coursier.»

Bruno Siffert,
Collaborateur Stockage



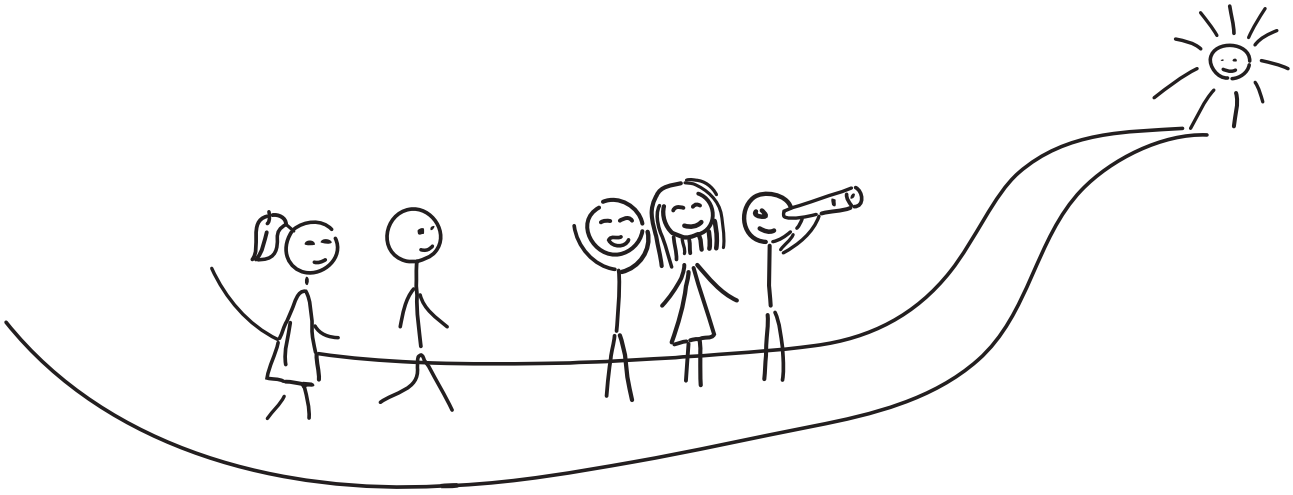
«Mon travail de gardienne de l'exploitation rend mes journées très variées et passionnantes. Je suis par exemple responsable de l'accès des personnes et des véhicules. Pour le contrôle des explosifs dans les véhicules, je me fie au flair indéfectible de mon chien de service. Et quand je pars en patrouille, il m'accompagne.»

Sandra von Allmen,
Gardienne

Sur les 350 collaborateurs aujourd'hui en activité, au moins 100 travaillent par équipes. En effet, une production d'électricité sans accroc ne peut être garantie que si la CNM est surveillée méticuleusement 24 heures sur 24, 7 jours sur 7.

L'ancien fait place au nouveau
Le degré de spécialisation dans une centrale nucléaire est particulièrement élevé. Beaucoup de collaborateurs de longue date disposent d'un énorme savoir-faire et d'une solide expérience. C'est pourquoi BKW désire offrir rapidement aux collaborateurs actuels des perspectives pour le démantèlement. En effet, le démantèlement d'une centrale nucléaire est un projet complexe et de grande envergure. Il ne pourrait être envisageable sans l'assistance de spécialistes possédant des connaissances approfondies sur l'installation. Par la même occasion, un démantèlement sûr et efficace nécessite du personnel qui a déjà acquis ailleurs de l'expérience en matière de démantèlement. Les collaborateurs embauchés pour l'exploitation en cours disposent déjà de cette expérience pratique nécessaire. Les collaborateurs de longue date tout comme les nouveaux: ils ont tous l'intention de développer des solutions appropriées pour la désaffectation de la CNM. Lorsque les connaisseurs de la CNM rencontrent les personnes aguerries en matière de démantèlement, tous profitent du partage des connaissances.

Faut-il considérer le démantèlement comme une opportunité?
Le démantèlement offre des opportunités aux collaborateurs: tandis que les tâches sont principalement récurrentes pendant le fonctionnement de puissance, elles sont souvent uniques au cours du démantèlement. L'installation amenée à être modifiée chaque jour subira des changements, tout en nécessitant de nouvelles compétences. Les collaborateurs les acquerront au cours des prochaines années. Les connaissances nouvellement obtenues seront sollicitées ultérieurement, également dans le cadre d'autres projets de démantèlement. Enfin, les collaborateurs auront certainement de la fierté d'avoir fait partie de ce projet de grande envergure.



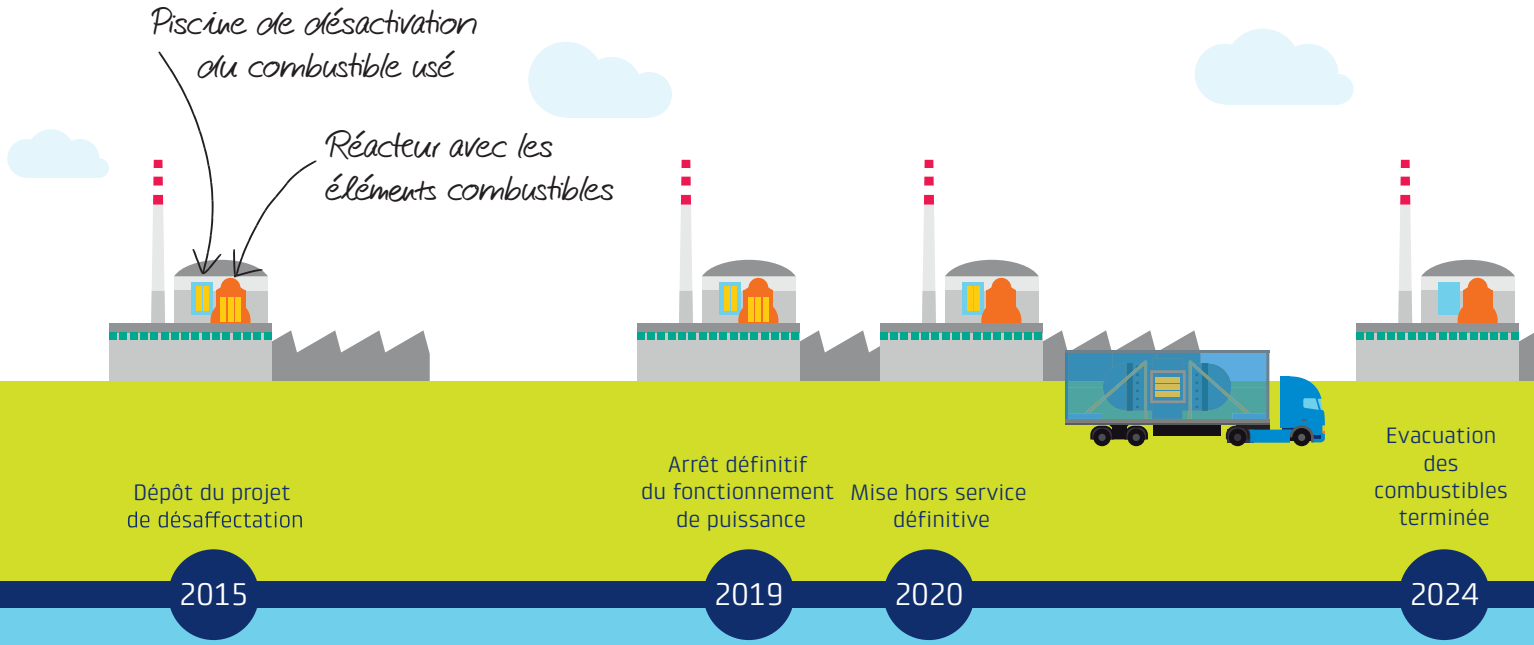
Voici comment la CNM sera désaffectée

Fin 2019, la CNM arrêtera son exploitation. Puis, à partir de 2034, le site pourra être utilisé à des fins industrielles ou aménagé de façon proche de l'état naturel. D'ici là, les éléments combustibles auront été évacués; les parties nucléaires de l'installation, démantelées, le site, libéré et les bâtiments, dès lors inutiles, démontés.

2020: préparation du démantèlement
Les préparatifs en vue du démantèlement débuteront dès l'arrêt de l'exploitation. D'une part, tout commencera avec le vidage de la salle des machines; d'autre part, les éléments combustibles seront acheminés du réacteur vers la piscine de désactivation, où ils seront entreposés pendant plusieurs années. Lorsque, vers la fin 2020, la piscine de désactivation sera exploitée de manière autonome en raison de la transformation de son système de refroidissement en un système de sécurité, l'installation sera prête pour la phase de post-exploitation: l'heure de la «mise hors service définitive» aura sonné.

De 2021 à 2024: évacuation des éléments combustibles
Jusque fin 2024, tous les éléments combustibles seront progressivement acheminés de la piscine de désactivation vers le centre de stockage intermédiaire de Würenlingen. A cette date, plus de 98% de la radioactivité auront été éliminés de la CNM. Parallèlement, la salle des machines sera préparée pour le nettoyage des matériaux radioactifs. Les premières opérations de démontage commenceront là où cela sera déjà possible.

Envie d'en savoir plus sur la désaffectation?
www.bkw.ch/desaffectation



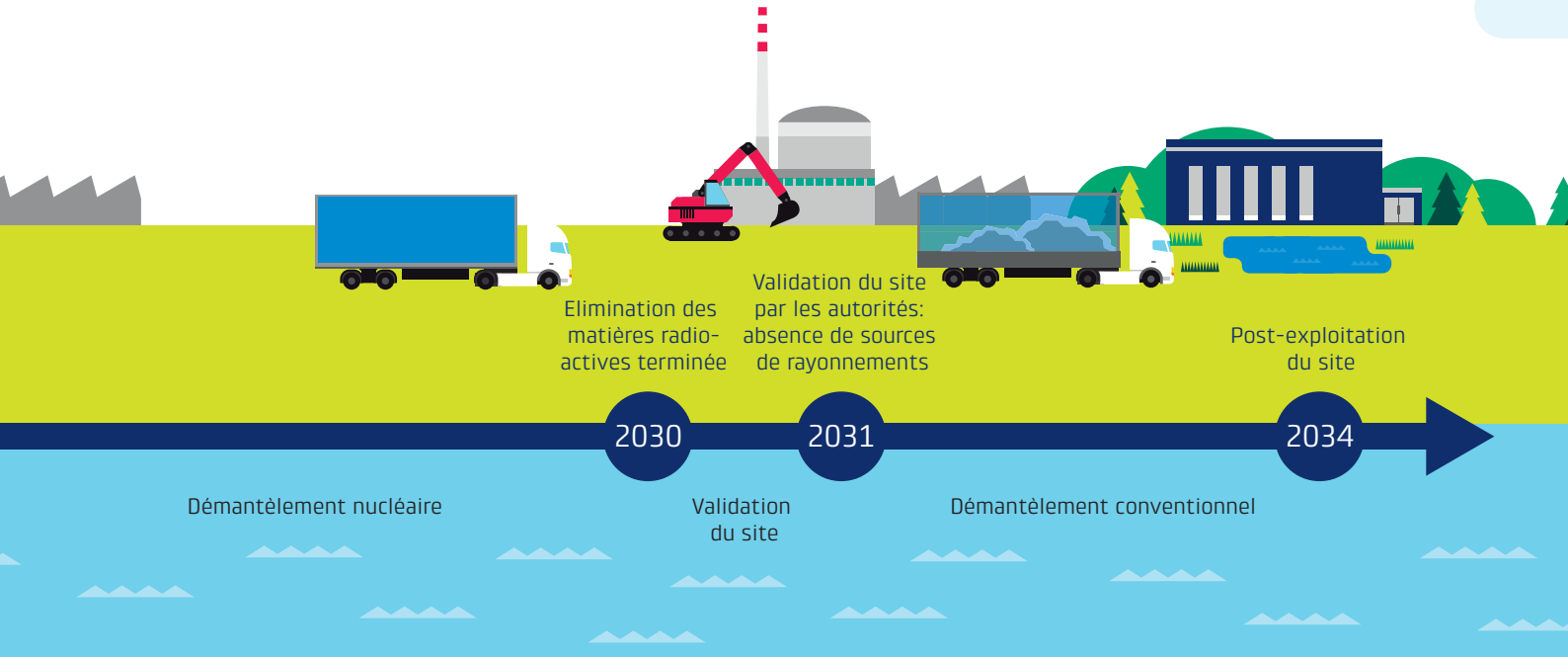
De 2025 à 2030: démantèlement nucléaire
A partir de 2025, toutes les parties restantes de l'installation ayant été en contact avec la radioactivité seront démontées. Le démantèlement et le conditionnement des parties de l'installation fortement contaminées s'effectueront sous l'eau. La plupart des autres composants seront triés dans la salle des machines; ils seront décontaminés dans la mesure du possible, puis leurs débris seront conditionnés. Les matériaux décontaminés seront mis en décharge comme des déchets ordinaires ou recyclés en fonction des possibilités. Les déchets radioactifs seront acheminés vers le centre de stockage.

2031: validation du site
Fin 2030, tous les matériaux radioactifs auront été éliminés de la CNM. Le site sera alors soumis au contrôle des autorités. En l'absence de sources de rayonnement, la reconversion du terrain sera validée.

De 2032 à 2034: démantèlement traditionnel
Indépendamment de la décision relative à l'affectation du site (utilisation à des fins industrielles ou aménagement de façon proche de l'état naturel), les bâtiments seront démolis si aucune reconversion n'est envisagée. Les déchets de démolition seront soit recyclés soit mis en décharge. Le site pourra être réaménagé à partir de 2034.

La procédure de désaffectation en bref

En vertu de la loi sur l'énergie nucléaire, BKW est tenue, en tant qu'exploitant de la CNM, de désaffecter l'installation après l'arrêt définitif du fonctionnement de puissance. La procédure d'octroi de la décision de désaffectation s'étalant sur plusieurs années, BKW a déposé la demande d'autorisation de désaffectation dès le 18 décembre 2015, à savoir près de quatre ans avant la mise hors service de la centrale.



Evacuation sûre des déchets radioactifs

Le démantèlement d'une centrale nucléaire, tout comme son exploitation, génère des déchets radioactifs qui doivent être éliminés dans le respect des prescriptions. Le modèle suisse de gestion des déchets radioactifs prévoit d'abord un stockage temporaire à la surface du sol, puis un second en couches géologiques profondes.

Lorsqu'un combustible nucléaire est consommé après six à sept années d'exploitation, les éléments combustibles sont remplacés. Ces éléments usés sont tout d'abord entreposés pendant plusieurs années dans la piscine de désactivation appropriée, dans laquelle ils se désactivent et où ils émettent moins de chaleur. Ils sont ensuite conditionnés puis acheminés jusqu'au centre de stockage intermédiaire. Les combustibles usés sont considérés comme des déchets hautement radioactifs.

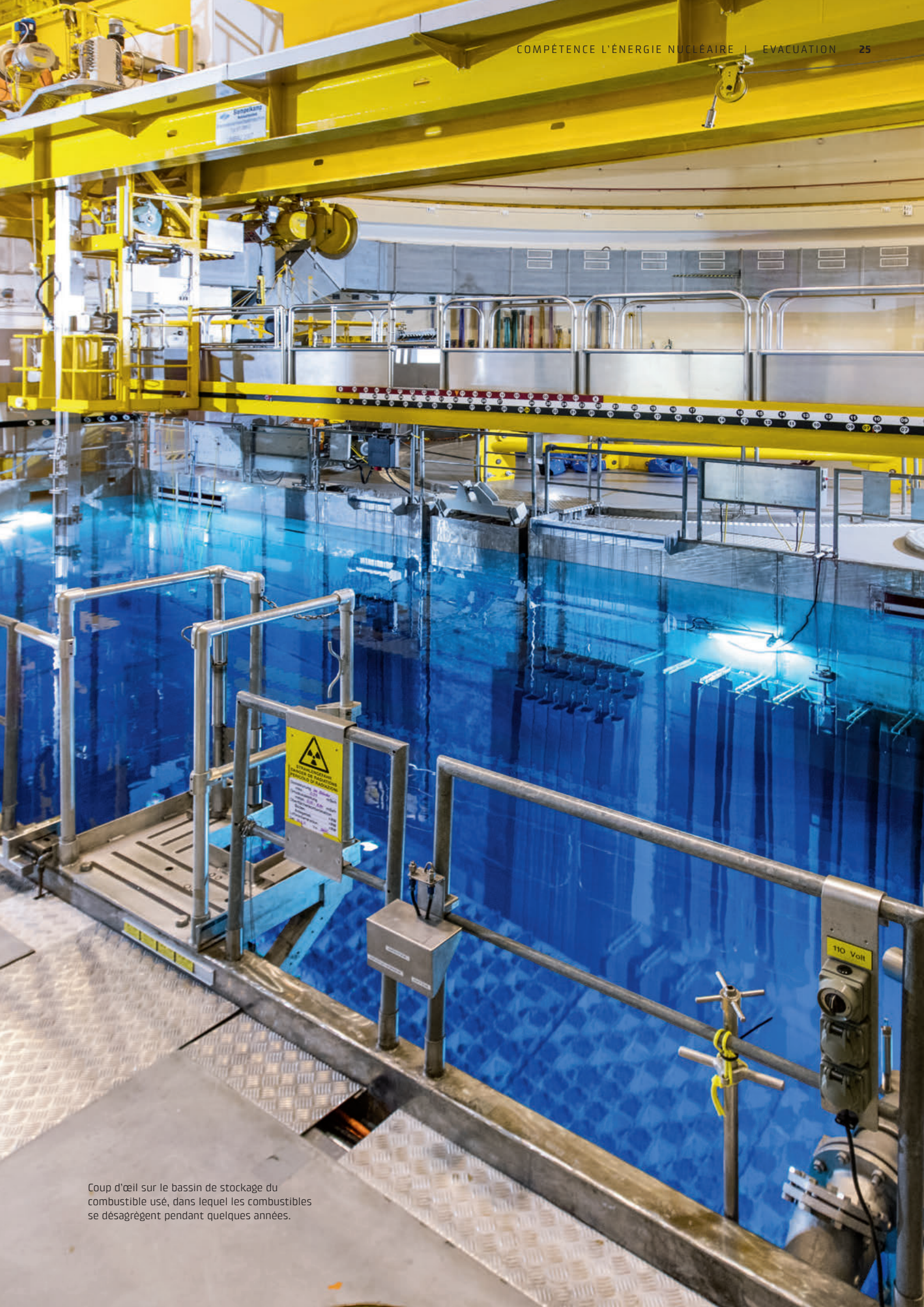
Traitement des déchets radioactifs
Les déchets faiblement et moyennement radioactifs (résines provenant d'installations d'épuration des eaux usées, vêtements de travail contaminés du personnel de la centrale) sont préparés en vue de leur entreposage en couches profondes. Les déchets liquides sont solidifiés, ceux compri-mables comprimés, tandis que les déchets combustibles sont brûlés dans l'installation à plasma du centre de stockage intermédiaire.

Centre de stockage intermédiaire de Würenlingen
Les déchets radioactifs issus des centrales nucléaires sont entreposés dans le centre de stockage intermédiaire jusqu'à la mise en service du dépôt en couches géologiques profondes. Ce centre de stockage présente une capacité suffisante pour accueillir les déchets issus de l'exploitation et de la désaffectation des cinq centrales nucléaires suisses (durée d'exploitation de 60 ans).

La CNM génère chaque année environ 80 tonneaux de 200 litres de déchets de faible et moyenne activité.

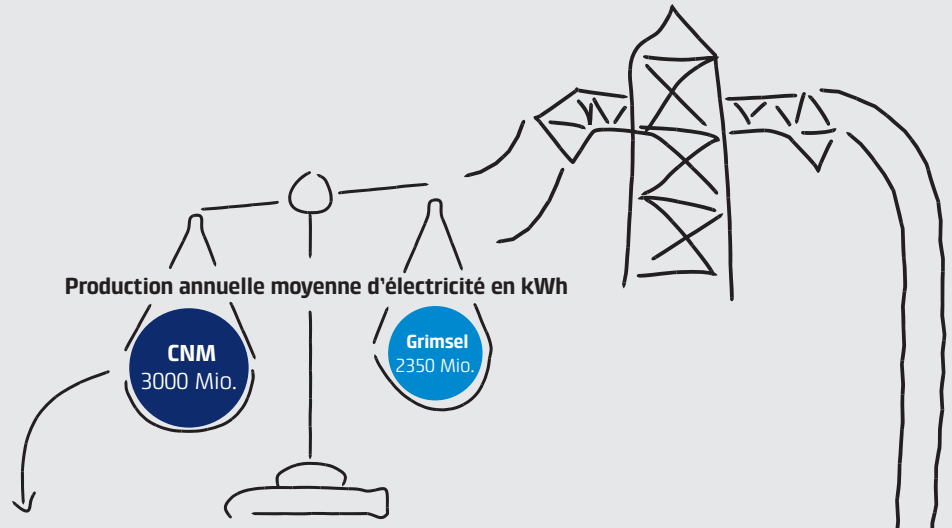
Dépôts géologiques en profondeur
Le modèle suisse de gestion des déchets prévoit un stockage durable des déchets à plusieurs centaines de mètres de profondeur, dans des couches d'opalinuston. Selon la nature des déchets, les dépôts comprendront des galeries ou des cavernes de stockage, un dépôt pilote pour la surveillance d'un échantillon représentatif des déchets, une zone de test, des infrastructures et des tunnels d'accès. Les dépôts en couches géologiques profondes garantissent la sécurité à long terme de la population et de l'environnement.

Informations complémentaires:
www.zwilag.ch, www.nagra.ch

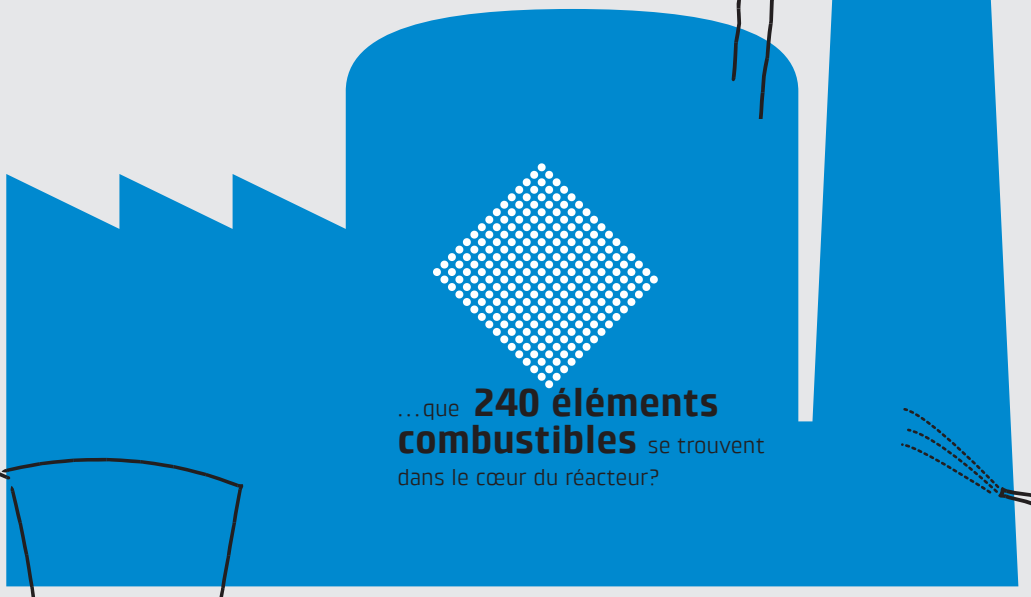


Coup d'œil sur le bassin de stockage du combustible usé, dans lequel les combustibles se désagrègent pendant quelques années.

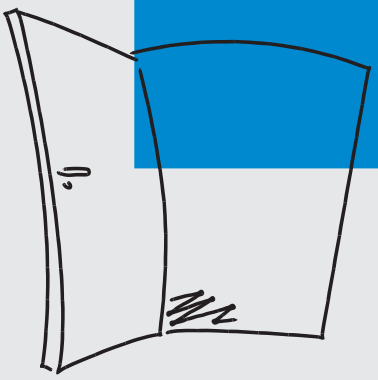
Saviez-vous…?



Couvre environ 5% des besoins suisses en électricité.

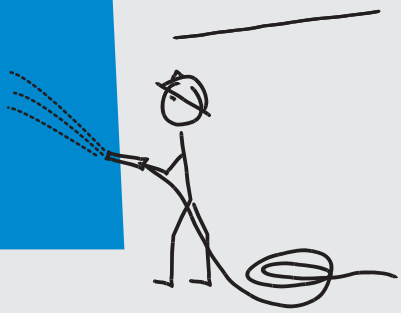


…que **240 éléments combustibles** se trouvent dans le cœur du réacteur?

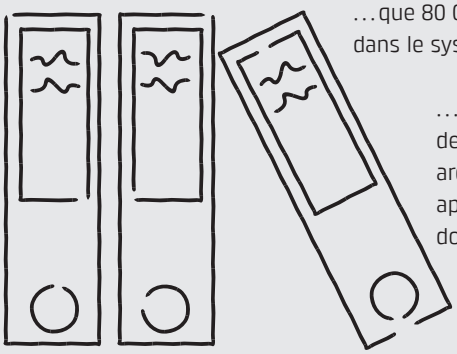


…qu'un contrôle de sécurité comme à l'aéroport est effectué à l'entrée du terrain de la CNM?

…que la CNM ne nécessitait pas encore de clôture de sécurité au début des années 70?



…que la CNM a son propre corps de sapeurs-pompiers?



…que 80 000 documents sont enregistrés dans le système de gestion de documents?

…qu'environ 2600 mètres linéaires de dossiers sont stockés dans les archives de la CNM, ce qui représente approximativement 1,3 million de documents papier?

De plus, près de 53 000 photos, films et images ont déjà été créés.

…que sur les 350 collaborateurs, 40 sont des femmes?
…que 70 personnes travaillaient à la CNM en 1972?

…que près de **25 000** petites saucisses sont mangées chaque année au petit-déjeuner dans le restaurant de la CNM?

Impressum

Rédaction
BKW Corporate Communications, Berne

Conception
Process Brand Evolution, Zurich

Design graphique, illustrations et réalisation
SRT Kurth & Partner AG, Ittigen

Photographie
Michel Jaussi, Linn
www.jaussi.com
Manuel Stettler, Berthoud
www.manuelstettler.ch

Impression
Vögeli AG, Langnau

imprimé en suisse

FSC www.fsc.org MIXTE Issu de sources responsables FSC® C002634

Swiss Climate CO2neutre Impression
SC2017092601 • www.swissclimate.ch

P17F7006

BKW
Viktoriaplatz 2
CH-3013 Berne
Téléphone +41 58 477 51 11
www.bkw.ch