

# Rétrospective 2008 sur le fonctionnement des centrales nucléaires suisses

## Centrale nucléaire de Beznau

2 tranches avec réacteurs à eau sous pression.  
Puissance nominale unitaire de 380 MW bruts /  
365 MW nets

### Déroulement de l'exploitation en 2008

En 2008, la sûreté des deux tranches de la centrale nucléaire de Beznau a de nouveau été garantie. Les importants travaux de maintenance programmés à titre préventif ont tous pu être effectués dans les délais. Un grand nombre d'essais de fonctionnement et de contrôles de systèmes et composants ont régulièrement démontré la sûreté de la technique utilisée dans l'installation. Divers projets de modernisation ont par ailleurs été mis en œuvre. La formation du personnel et les échanges internationaux d'expérience ont été fortement valorisés pour garantir une exploitation fiable et une maintenance correcte des installations.

#### Beznau 1

Le taux d'utilisation de la **tranche 1** de Beznau a atteint 92,3% et a donc été inférieur à la valeur de 96,5% enregistrée l'année précédente. Ce résultat s'explique par l'arrêt programmé pour les travaux de révision, alors qu'en 2007, la tranche avait été arrêtée pour le renouvellement du combustible uniquement. En conformité avec le calendrier, la tranche 1 a été découplée du réseau le 6 juin 2008, et le réacteur entièrement déchargé.

La durée de l'arrêt a été déterminée non seulement par la réalisation des travaux de maintenance qui figuraient au programme – en particulier des nombreux examens périodiques de matériaux – mais encore par

le remplacement de composants et les mises à niveau de l'installation. Les travaux suivants méritent notamment d'être mentionnés:

- Contrôles non destructifs du couvercle de la cuve du réacteur et de ses traversées
- Montage d'un nouveau dispositif de levage pour les éléments internes du réacteur
- Remplacement de thermo-éléments du dispositif de mesure de la température de sortie du cœur
- Traversées supplémentaires de l'enceinte de confinement devant permettre l'installation de nouveaux câbles de mesure de l'activité nucléaire
- Remplacement de batteries de transfert
- Echange d'un rotor de générateur contre une autre pièce à l'état neuf rebobinée chez le fabricant
- Importants travaux d'inspection sur deux des quatre turbines basse pression

Le cœur du réacteur se compose, pour le 37<sup>ème</sup> cycle d'exploitation, de 20 assemblages combustibles neufs à base d'uranium et de 101 assemblages combustibles déjà utilisés.

L'exploitation en puissance a repris le 2 juillet 2008, et un groupe de turbines a été couplé au réseau le même jour. L'installation a atteint sa pleine puissance le 5 juillet 2008.

---

Les résultats de production suivants ont été enregistrés:

	Beznau 1	Beznau 2
Production d'énergie brute (Refuna compris)	3'082,5 GWh	3'201,9 GWh
Taux d'utilisation	92,3 %	95,9 %
Disponibilité en temps	92,7 %	96,8 %

Le résultat total des deux tranches obtenu en 2008 a dépassé de 0,6% les chiffres de production réalisés en 2007.

Au bout d'une semaine, l'exploitation en puissance a dû être interrompue pendant six heures environ pour la remise en état de la garniture d'étanchéité des deux vannes d'eau alimentaire.

## Beznau 2

Le taux d'utilisation de la **tranche 2** s'est élevé à 95,9%, ce qui dépasse le résultat de l'année précédente (91,2%). L'arrêt destiné cette fois-ci au seul renouvellement du combustible a en effet duré moins longtemps que celui de l'année dernière, lequel comprenait aussi des travaux de révision. Comme prévu, la tranche a été arrêtée le 12 août pour, on l'a dit, permettre surtout le remplacement de combustible. Le personnel a déchargé les assemblages arrivés en fin de vie ou ceux pouvant être réutilisés lors d'un cycle ultérieur selon la planification à long terme. Les autres éléments combustibles ont été repositionnés suivant le plan de chargement. Le cœur du réacteur se compose, pour le 35<sup>ème</sup> cycle d'exploitation, de 20 assemblages combustibles neufs à base d'uranium et de 101 assemblages combustibles déjà utilisés.

En plus du renouvellement du combustible, il a été procédé à des contrôles approfondis de composants et de systèmes.

L'exploitation en puissance a repris le 23 août 2008, et les deux groupes de turbines ont été couplés au réseau le même jour. L'installation a atteint sa pleine puissance le 28 août.

Etant donné qu'après le redémarrage, on a constaté une élévation de la température d'un palier de la deuxième turbine, celle-ci a été arrêtée une nouvelle fois pour permettre l'inspection et le changement d'une partie du palier; elle a été remise en marche dès le lendemain.

Mi-novembre, la puissance de la tranche 2 a été réduite de moitié pendant trois heures afin de permettre le colmatage d'une fuite survenue au niveau d'un joint dans une conduite de sortie de la turbine haute pression.

## Refuna

Le découplage de chaleur pour le Réseau régional d'approvisionnement en chaleur à distance de la vallée inférieure de l'Aar (Refuna) s'est déroulé conformément au calendrier fixé. Les deux tranches de la centrale nucléaire de Beznau ont permis de livrer au total 170,4 millions de kWh de chaleur, ce qui correspond à une augmentation de 12% par rapport à 2007.

## Divers

Fin 2008, Beznau employait 513 personnes, dont 33 apprentis.

Le premier conteneur de stockage comptant 37 assemblages combustibles usés a été emmagasiné dans l'entrepôt ZWIBEZ pour déchets hautement radioactifs.

Pour la première fois, le personnel titulaire d'une licence employé au département de l'exploitation a eu l'occasion de se requalifier en se servant du simulateur de la centrale mis en service en 2007.

Dans le contexte de la modernisation étendue des contrôles d'accès, l'aire d'entrée de la centrale a été complètement réaménagée. Elle est désormais conforme aux dernières normes techniques et scientifiques internationales en matière de processus et d'exigences sécuritaires.

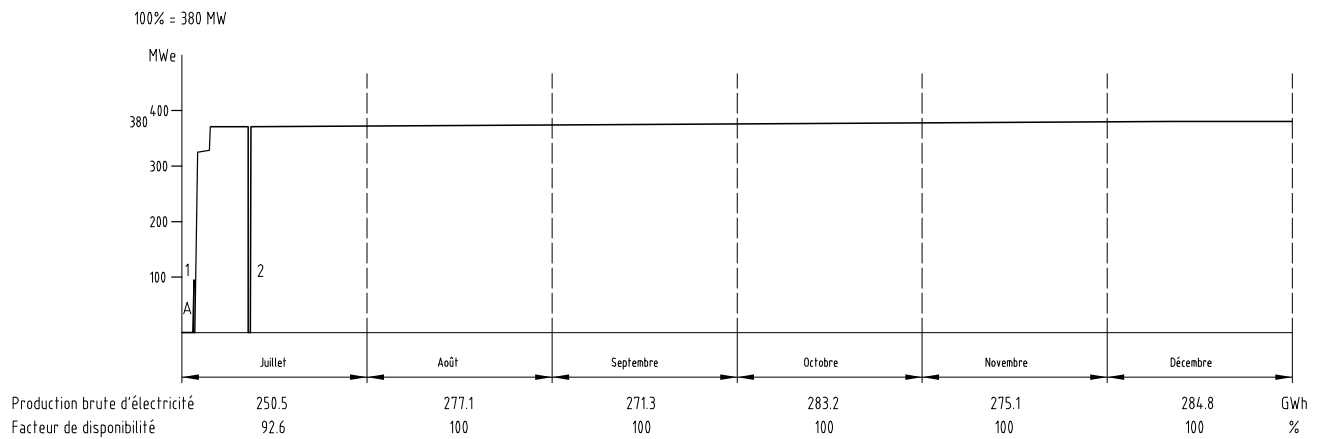
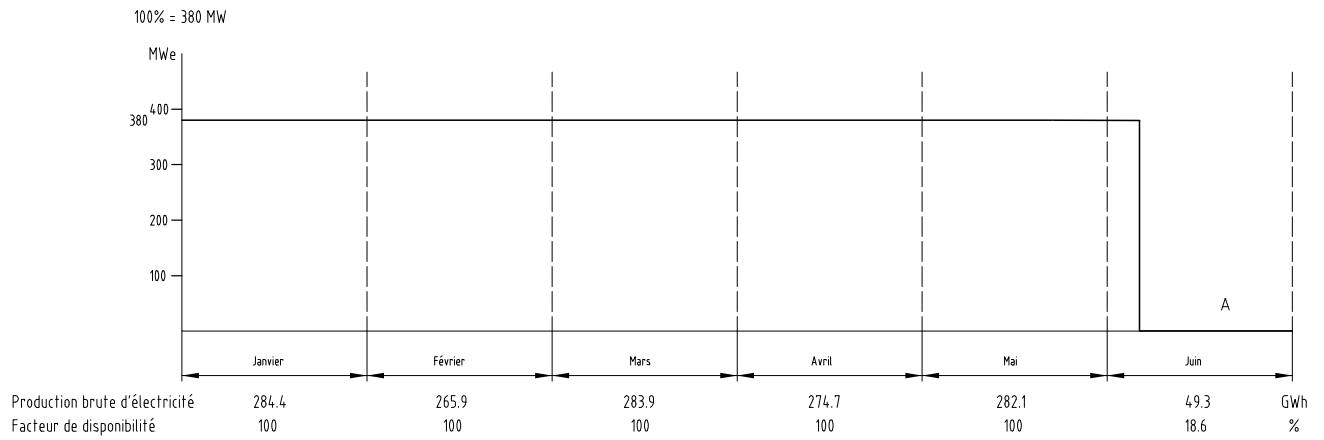
Inauguré une année plus tôt, le centre des visiteurs Axporama a accueilli 38'370 visiteurs. 20'040 personnes ont visité la centrale de Beznau, à la suite souvent d'Axporama. Une fois encore, il s'est avéré que l'exposition «Leben mit Energie» et les nombreuses possibilités qu'elle offre de se familiariser avec des situations complexes correspondent à l'esprit du temps.

## Dose collective aux personnes en 2008

(Valeurs en sievert personne)

	Tranche 1	Tranche 2	Total tranches 1+2
Fonctionnement	0,05254	0,05554	0,10808
Arrêt programmé	0,43855	0,06257	0,50112
Arrêt non programmé	0,00000	0,00000	0,00000
<b>Dose cumulée</b>	<b>0,49109</b>	<b>0,11811</b>	<b>0,60920</b>

# Diagramme de charge de Beznau 1 en 2008



**Arrêts programmés: 1**

A 36<sup>ème</sup> renouvellement du combustible et arrêt pour la révision annuelle 2008

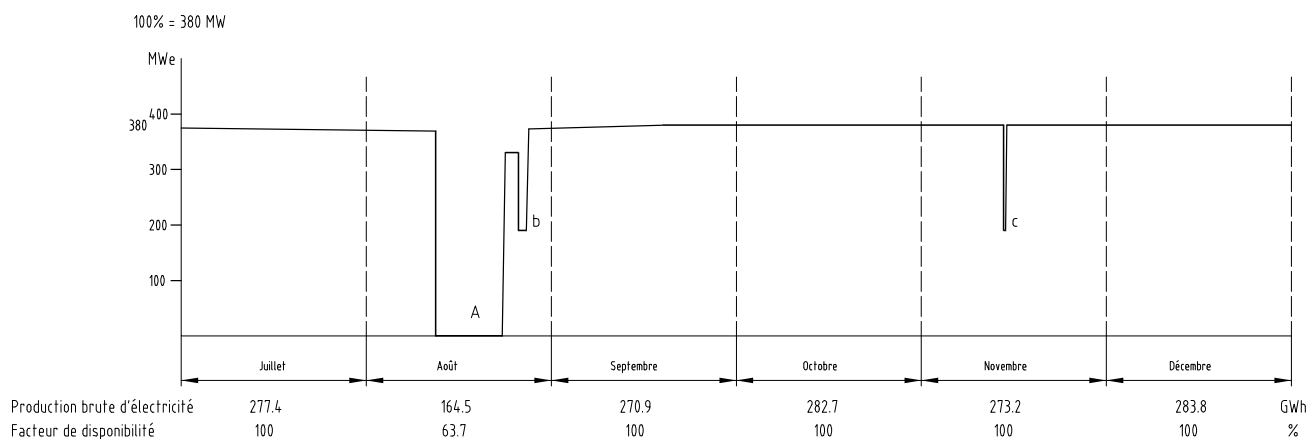
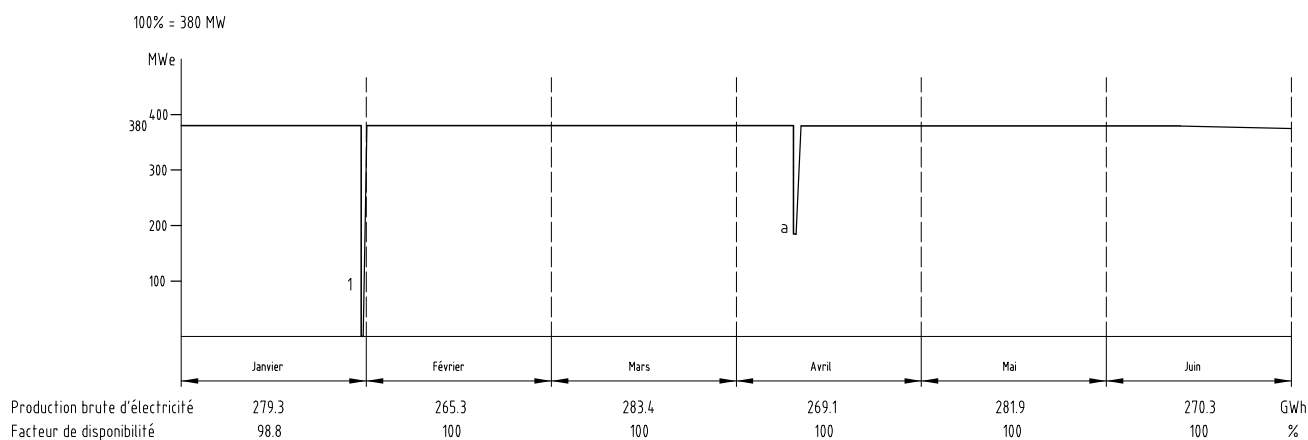
**Arrêts non programmés: 2**

- 1 Arrêt d'urgence du réacteur et baisse à 25% de sa puissance après une défaillance au niveau de l'eau de refroidissement du condenseur du groupe de turbines 11
- 2 Arrêt de l'installation pour le colmatage des joints d'étanchéité des vannes d'eau alimentaire

**Baisses de puissance: 0**

Aucune

## Diagramme de charge de Beznau 2 en 2008



### Arrêts programmés: 1

A 34<sup>ème</sup> renouvellement du combustible 2008

### Arrêts non programmés: 1

1 Arrêt d'urgence manuel du réacteur après une panne de l'alimentation en électricité

### Baisses de puissance: 3

a Arrêt manuel du groupe de turbines 21 en raison d'une fuite dans le système d'huile

b Arrêt du groupe de turbines 22 pour l'inspection et le changement d'un palier

c Arrêt du groupe de turbines 21 pour le colmatage d'une fuite survenue au niveau d'un joint dans une conduite de sortie

# Centrale nucléaire de Mühleberg

Réacteur à eau bouillante.

Puissance nominale de 372 MW bruts /  
355 MW nets

## Déroulement de l'exploitation en 2008

La 36<sup>ème</sup> année d'exploitation de la centrale nucléaire de Mühleberg s'est caractérisée par un fonctionnement quasiment exempt de perturbations. La production brute d'énergie a atteint 3'088 GWh, ce qui correspond à un taux d'utilisation de 91,2% et à une disponibilité en temps de 92,4%. Cette production représente le meilleur résultat depuis la mise en service de la centrale. L'excellence de l'exploitation mise à part, des travaux de rénovation étendus des turbines ont eux aussi contribué à l'amélioration du taux d'efficacité de l'installation et à l'optimisation de l'utilisation du combustible. Les résultats atteints en matière de disponibilité et de production ont été nettement supérieurs à la moyenne internationale pour les réacteurs à eau bouillante.

L'exploitation sans perturbations de l'installation résulte d'une maintenance et d'une modernisation systématiques dans la perspective d'une exploitation à long terme de la centrale. La différence entre le taux d'utilisation théoriquement possible et le taux d'utilisation effectif a atteint 8,8% et s'explique essentiellement par la révision annuelle et un arrêt de courte durée en novembre.

Dans le cadre du projet sur les mesures contre la corrosion fissurante sous contrainte des internes du cœur, une faible quantité de platine a été introduite dans l'eau alimentaire entre le 15 et le 25 janvier.

Un arrêt du groupe de turbines A est survenu le 12 juin, ce qui a entraîné une réduction automatique de la puissance. Après une réparation rapide d'un composant électro-hydraulique de la commande des rotations des turbines, le groupe A a été recouplé au réseau.

L'installation a été arrêtée le 10 août pour la révision annuelle, le renouvellement d'assemblages combustibles, les mesures de contrôle et d'inspection inscrites au programme, ainsi que pour certaines modifications d'installations. La révision comprenait divers travaux de maintenance et des contrôles préventifs

d'un grand nombre de composants de la centrale. Les points forts ont porté sur des travaux et contrôles étendus sur et à l'intérieur de la cuve du réacteur. Le remplacement des turbines basse pression du groupe A et la modernisation du système principal d'eau de refroidissement ont permis d'améliorer encore le taux d'efficacité. Par ailleurs, un groupe électrogène de secours a été remplacé, et le transformateur bloc B, refroidi à l'eau, a été remplacé par un autre, refroidi par air. Comme d'ordinaire, il a été procédé à de vastes mesures de contrôle et de prévention dans les domaines des systèmes de sûreté, des systèmes électriques de protection et de réglage, des groupes turbo-alternateurs et des transformateurs. 36 des 240 éléments combustibles ont été renouvelés pour le 36<sup>e</sup> cycle d'exploitation de la centrale. Les assemblages sont tous en bon état.

Un arrêt d'urgence a eu lieu le 15 novembre au cours d'une réduction de puissance programmée pour des examens périodiques. L'installation a été redémarrée peu de temps après, la Division principale de la sécurité des installations nucléaires ayant donné son feu vert. L'arrêt automatique a été provoqué par un retard dans la réinitialisation des conditions d'essai. A aucun moment, la sûreté de l'installation n'a été menacée.

Les rejets de substances radioactives dans l'environnement ont à nouveau été très faibles. Ils se sont situés entre 0,01% et 0,6% des valeurs limites fixées par les autorités.

## Divers

- *Immobilisation des résines anciennes*  
Le stock des résines d'exploitation a été conditionné en trois campagnes dans l'installation de solidification CVRS.
- *Transports d'assemblages combustibles*  
Il y a eu 10 transports d'assemblages combustibles au Centre Zwiilag en 2008.

– *Exercice de secours d'urgence*

L'exercice de secours d'urgence de cette année s'est déroulé le 29 octobre sous la forme d'un exercice d'urgence d'état-major selon la directive B-11, sous la surveillance de la DSN et d'autres services externes. Cet exercice a confirmé la conformité de l'organisation d'urgence de la centrale.

– *Gestion de la qualité*

L'Association Suisse pour Systèmes de Qualité et de Management (SQS) a effectué en novembre un audit de l'ensemble des processus utilisés à la centrale, certifiés selon les normes ISO 9001:2000 (gestion de la qualité), ISO 14001:2004 (gestion de l'environnement) et OHSAS 18001:2007 (sécurité au travail et protection de la santé). Cet audit a permis de confirmer, sans aucune restriction, le niveau élevé de la gestion de la qualité à la centrale nucléaire de Mühleberg.

– *Formation et perfectionnement*

Les collaborateurs ont pu suivre de nombreux cours en Suisse et à l'étranger dans le cadre habituel. Le personnel devant être titulaire d'un agrément a été formé sur le propre simulateur de la centrale. Cinq collaborateurs du département de l'exploitation ont passé les examens d'agrément sous la surveillance de la DSN.

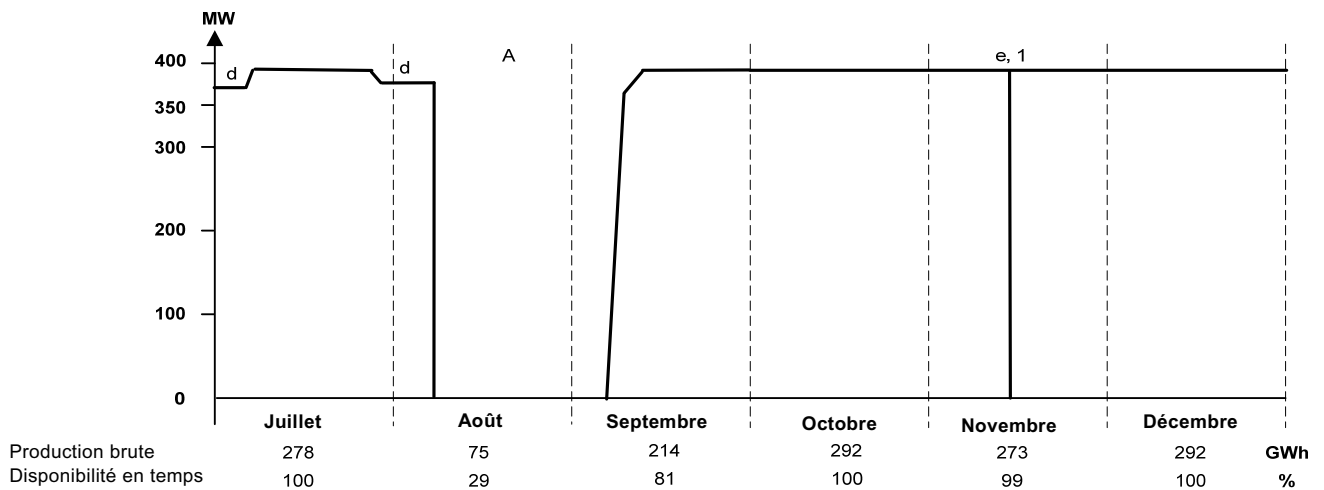
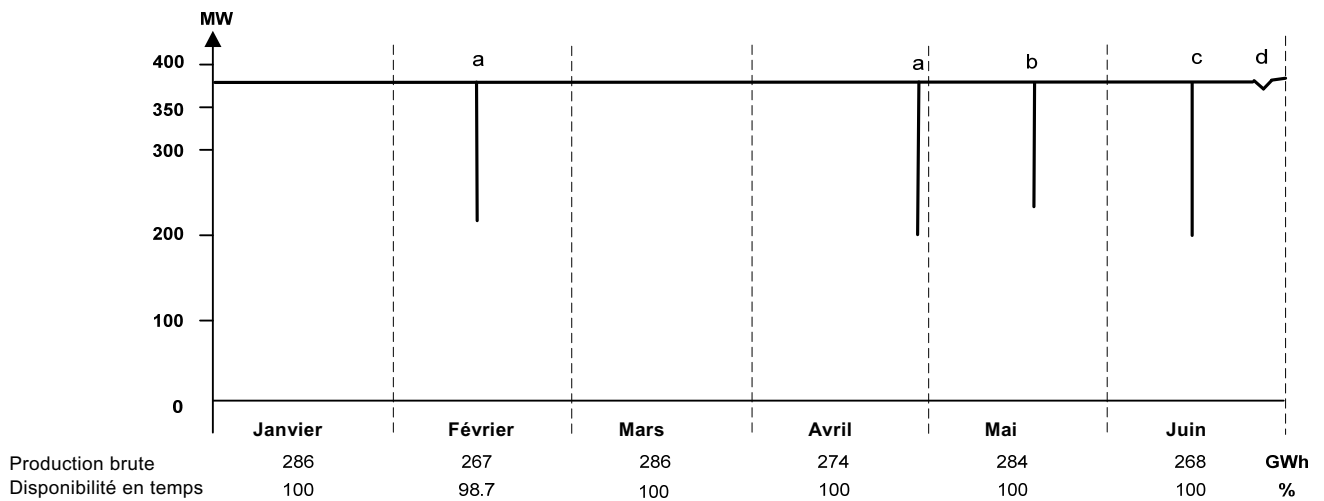
– *Effectif du personnel*

Fin 2008, 323 personnes étaient employées à plein temps à la centrale.

– *Information du public*

7'408 personnes ont visité la centrale au cours de l'année sous revue.

# Diagramme de charge de Mühleberg en 2008



**Arrêts programmés: 1**

A Renouvellement d'assemblages combustibles et révision annuelle du 10 août au 5 septembre

**Arrêts non programmés: 1**

1 Arrêt provoqué par un retard dans la réinitialisation des conditions d'essai

**Baisses de puissance: 8 (supérieures à 1 heure à pleine puissance)**

- a Examens périodiques
- b Repositionnement des barres de commande, réparation d'une conduite de débit minimal
- c Arrêt du groupe de turbines A, réparation de la commande des rotations des turbines
- d Baisse de puissance en juin, juillet et août en raison des températures élevées de l'Aar
- e Examens périodiques, repositionnement des barres de commande et réparation d'une conduite de vapeur

# Centrale nucléaire de Gösgen

Réacteur à eau sous pression.

Puissance nominale de 1020 MW bruts /  
970 MW nets

## Déroulement de l'exploitation en 2008

La centrale nucléaire de Gösgen a atteint en 2008 une production de 7,96 milliards de kWh nets (2007: 8,16 mia. kWh) d'énergie électrique, sans rejeter de gaz nocifs pour le climat ni de substances toxiques pour l'air.

La révision annuelle s'est déroulée du 31 mai au 26 juin 2008. Pendant l'arrêt nécessaire à cette fin, d'importants travaux de contrôle et de maintenance ont été entrepris sur les composants et équipements mécaniques, de contrôle-commande et de courant fort. Les travaux ont essentiellement porté sur le remplacement, par des pôles du même type, des trois pôles de 400 kV des transformateurs principaux ainsi que sur le remplacement de deux des trois réchauffeurs basse pression. La révision prévoyait également un contrôle de la tuyauterie des échangeurs de chaleur des trois générateurs de vapeur et le remplacement du système d'étanchéité des trois pompes du caloporteur principal. Des fissures superficielles ont été constatées sur la garniture d'étanchéité des pompes. L'intégrité des boîtiers est garantie. Etant donné que les pompes du caloporteur principal jouent entre autres un rôle important pour la disponibilité de l'installation, la centrale nucléaire de Gösgen entend remplacer les parties concernées par des pièces de construction améliorée.

Pendant la révision annuelle, 40 des 177 assemblages combustibles ont été remplacés. Pour la 30<sup>ème</sup> année de production, 20 assemblages à base d'uranium, 125 assemblages à base d'uranium de retraitement et 32 assemblages à base d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium ont été chargés dans le réacteur. Une grande partie du chargement provient de matières de fission recyclées. L'utilisation d'assemblages combustibles à base d'uranium de retraitement et à base d'oxydes mixtes d'uranium et de plutonium contribue

largement à l'économie des ressources en uranium. La révision a duré 27 jours en tout (2008: 18 jours).

La quantité de vapeur industrielle livrée en 2008 à la société Mondi Packaging Niedergösgen AG correspond à l'énergie thermique de 189 millions de kWh. L'utilisation de la vapeur fournie par la centrale nucléaire a permis à la cartonnerie d'éviter la combustion de près de 20'000 tonnes de pétrole et donc le rejet de plus de 60'000 tonnes de dioxyde de carbone.

2008 a été la 18<sup>ème</sup> année d'affilée sans arrêt d'urgence du réacteur, ce qui représente un résultat remarquable en comparaison internationale.

## Divers

La dose de rayonnement maximale pour la population des environs proches, résultant de l'exploitation de la centrale, est largement au-dessous de la valeur admise de 0,3 mSv par an et par personne. La dose collective de tous les employés de la centrale exposés professionnellement aux radiations a été légèrement supérieure à la valeur moyenne de ces dix dernières années en raison des travaux de révision effectués sur les générateurs de vapeur, les pompes du caloporteur principal et les accumulateurs de pression.

A la fin de l'exercice, la centrale nucléaire de Gösgen employait 413 personnes à plein temps et 15 apprentis. Des employés à temps partiel travaillaient en plus au nettoyage, au restaurant du personnel et au service des visites. 61 collaborateurs étaient titulaires d'un agrément d'ingénieur de piquet, de chef de quart et d'opérateur de réacteur, délivré par la DSN. 14 collaborateurs ont été reconnus en tant que spécialistes de radioprotection. De nombreux cours et ateliers ont

---

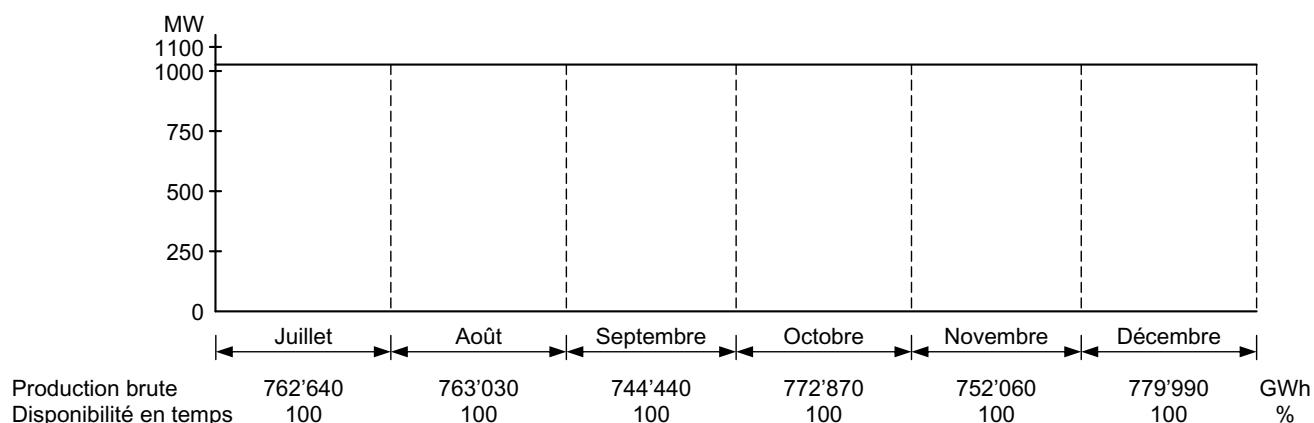
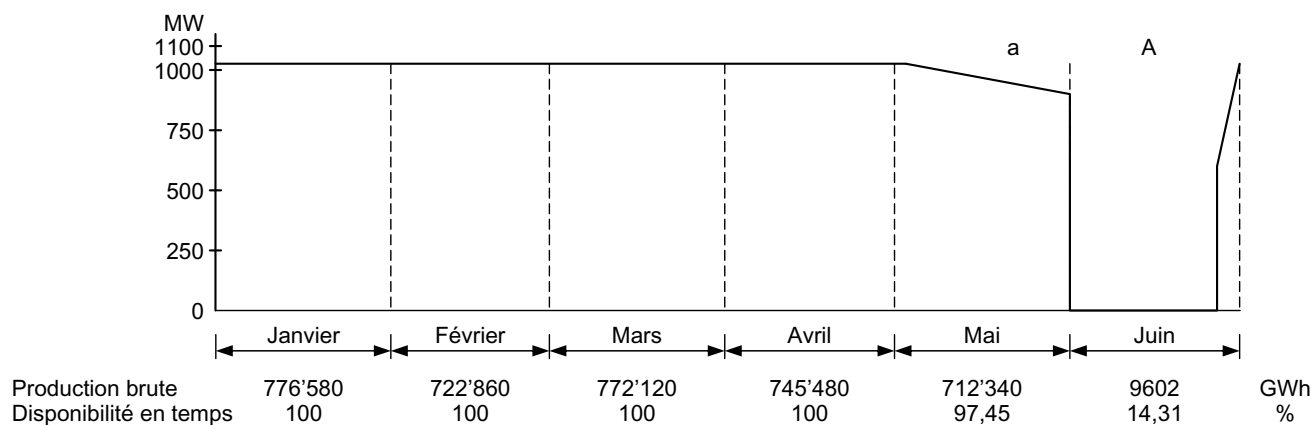
		2008	2007	2006
Production brute	millions kWh	8'400	8'603	8'538
Production nette	millions kWh	7'964	8'159	8'099
Heures d'exploitation	h	8'148	8'313	8'230
Disponibilité en temps	%	92,8	94,9	93,9
Taux d'utilisation	%	93,8	96,3	95,6



permis aux employés de tous les services d'approfondir leurs spécialisations et de perfectionner leurs aptitudes professionnelles.

Quelque 21'000 personnes ont visité la centrale en 2008. En août, des enseignants ont participé à des cours sur la production d'électricité en Suisse.

## Diagramme de charge de la centrale nucléaire de Gösgen en 2008



**Arrêts programmés: 1**

A Révision annuelle et renouvellement d'assemblages combustibles du 31 mai au 26 juin 2008

**Baisses de puissance: 0**

Aucune

**Baisses de puissance: 1**

a Exploitation en prolongation de cycle du 2 au 31 mai 2008

# Centrale nucléaire de Leibstadt

Réacteur à eau bouillante.

Puissance nominale de 1220 MW bruts /  
1165 MW nets

## Déroulement de l'exploitation en 2008

L'exploitation sans perturbations que l'installation a connue en 2008 a permis à la centrale de Leibstadt d'atteindre une production d'électricité très élevée. Sa production nette s'est chiffrée à 9'308 millions de kWh (2007: 9'437). L'année dernière, l'installation a fourni de l'électricité au réseau pendant 8'119 heures (2007: 8'276 heures), ce qui correspond à 92,4% du nombre d'heures annuelles (2007: 94,5%). La quantité de courant produite par la centrale en 2008 a représenté quelque 15% de la consommation suisse d'électricité.

La révision annuelle a duré du 2 au 30 août 2008, soit 28 jours. Pour le 25<sup>ème</sup> cycle de production, 134 des 648 assemblages combustibles ont été remplacés. Il a été procédé à d'importants contrôles périodiques et travaux de maintenance sur les systèmes et composants mécaniques, électrotechniques et de contrôle-commande. La Division principale de la sécurité des installations nucléaires (DSN) – l'autorité de surveillance – a suivi les travaux, évalué les résultats et autorisé le redémarrage de la centrale à la fin de la révision, après avoir acquis la certitude que l'installation était en bon état et que la sûreté était garantie pour le prochain cycle de production.

Les investissements consentis dans la sûreté et la fiabilité de l'installation sont orientés vers l'avenir et jettent les bases d'un fonctionnement sans perturbations de la centrale. Parmi les nouveautés, on citera par exemple l'introduction d'hydrogène en combinaison avec du métal noble comme mesure de prévention contre la corrosion fissurante sous contrainte dans le circuit primaire – en quelque sorte une «vaccination préventive». Pendant la révision, l'effectif des 450 collaborateurs de la centrale a été renforcé par

quelque 1160 spécialistes issus de 95 sociétés suisses et étrangères, lesquels ont travaillé sur une base quotidienne ou hebdomadaire.

Les 11 janvier et 14 avril 2008, des assemblages combustibles usés ont été transportés au Centre de stockage intermédiaire Zwiilag, où ils ont été emmagasinés. En avril, en mai et en décembre, 188 nouveaux assemblages ont été livrés et emmagasinés.

Tout au long de l'année, les rejets de substances radioactives dans l'environnement ont été à nouveau largement inférieurs aux valeurs limites fixées par les autorités. La dose collective annuelle pour le personnel de la centrale et le personnel extérieur a atteint 1081 mSv.

## Divers

Fin 2008, la centrale nucléaire de Leibstadt employait 500 personnes (y compris les collaborateurs rémunérés à l'heure et 14 apprentis). Le taux de fluctuation a été de 3,4% (sans les départs à la retraite). 57,5 postes – dont 14 nouveaux emplois – ont été pourvus l'année dernière. Afin de pouvoir prendre, à temps, la succession des personnes qui partiront à la retraite au cours des prochaines années, 28 collaborateurs suivent actuellement une formation en vue d'un travail en salle de commande. Le tableau des effectifs de 2009 prévoit une nouvelle augmentation du nombre de postes par le biais de la création de nouveaux emplois et d'une double occupation des postes existants, pour que soit assurée la transmission, à la relève, des connaissances et de l'expérience professionnelle acquise.

---

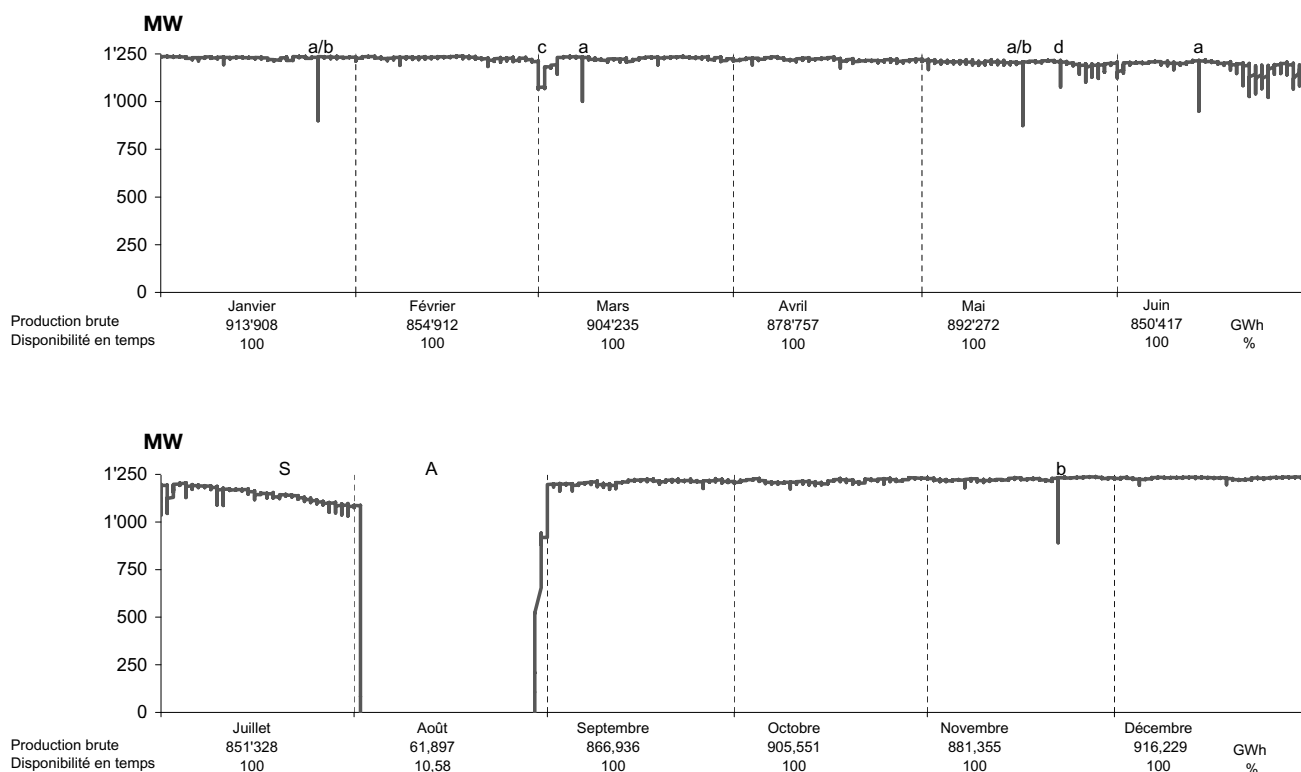
		2008	2007	2006
Production brute	GWh	9'778	9'912	9'837
Production nette	GWh	9'308	9'437	9'367
Durée de production	h	8'119	8'276	8'206
Disponibilité en temps	%	92,43	94,48	93,68
Disponibilité en énergie (selon WANO)	%	91,98	93,42	93,00
Taux d'utilisation	%	91,24	92,75	92,05

L'exercice annuel de secours d'urgence s'est déroulé le 17 juin sous la surveillance de la DSN.

Au cours de l'exercice 2008, 20'166 personnes (21'468 en 2007) se sont rendues au centre d'information de

la centrale nucléaire de Leibstadt pour y visiter l'exposition interactive et participer aux visites guidées de la centrale. Le 25 septembre, Mario Schönenberger, chef de la centrale, a personnellement accueilli la 500'000<sup>ème</sup> visiteuse du centre d'information.

## Diagramme de charge de la centrale nucléaire de Leibstadt en 2008



### Arrêts programmés: 1

A Révision annuelle avec renouvellement d'assemblages combustibles du 2 au 30 août

### Arrêts non programmés: 0

Aucun

### Baisses de puissance: 9

- a Adaptation de la configuration des barres de commande les 26 janvier, 8 mars, 17 mai et 14 juin
- b Contrôle du fonctionnement des vannes d'isolation de la vapeur vive les 26 janvier, 17 mai et 22 novembre
- c Mise hors service du réchauffeur haute pression le 1<sup>er</sup> mars
- d Défectuosité de la soupape de réglage A de l'eau de recirculation le 23 mai

### Exploitation en allongement de cycle:

S Du 4 juillet au début de la révision annuelle

### Température de l'eau de refroidissement: valeurs limites atteintes:

du 26 au 30 mai

les 1, 2 et 10 juin; du 19 au 30 juin

les 1, 2, 3, 5, 10, 11, 16, 28, 29, 30, 31 juillet

les 2, 3, 5, 11 septembre

Les valeurs de mesure actuelles de la radioactivité en Suisse se trouvent sur la page Internet de la Centrale nationale d'alarme [www.naz.ch](http://www.naz.ch) sous «Valeurs de la radioactivité».

Des mesures détaillées du réseau Maduk aménagé autour de chaque centrale nucléaire se trouvent sur la page Internet de la Division principale de la sécurité des installations nucléaires [www.hsk.ch](http://www.hsk.ch) dans la rubrique «Messen» sous «Messwerte Radioaktivität».

#### Une publication des centrales nucléaires suisses:

**NOK**  
Ein Unternehmen der **azpo**

Nordostschweizerische Kraftwerke AG  
Kernkraftwerk Beznau  
5312 Döttingen

**Kernkraftwerk**  **Gösgen**

Kernkraftwerk Gösgen-Däniken AG  
4658 Däniken

**B K W** <sup>Ⓢ</sup>

BKW FMB Energie SA  
Centrale nucléaire de Mühleberg  
3203 Mühleberg



Kernkraftwerk Leibstadt AG  
5325 Leibstadt

#### Editeur:

**swissnuclear**  
section énergie nucléaire de *swisselectric*

swissnuclear  
Case postale 1663  
4601 Olten

Les rapports mensuels peuvent être consultés à l'adresse [www.forumnucleaire.ch](http://www.forumnucleaire.ch)