

Lundi 17 mars 1969.

Rapport préliminaire  
concernant l'incident survenu  
le 21 janvier 1969 à la centrale  
nucléaire expérimentale de Lucens.

Département des transports et communications et de l'énergie.  
Proposition du 12 mars 1969 (annexe).

Conformément à la proposition, le Conseil fédéral

d é c i d e

de prendre connaissance des faits énoncés dans le rapport (voir  
annexe).

Extrait du procès-verbal avec le rapport au département poli-  
tique (5); au département de l'intérieur (5); au département de  
justice et police (3); au département des finances et des douanes (8)  
ainsi qu'au département des transports et communications et de  
l'énergie (5).

Pour extrait conforme:

Le secrétaire,

*SCHWARTZ*

Berne, le 12 mars 1969

Au Conseil fédéral

Rapport préliminaire

concernant l'incident survenu  
le 21 janvier 1969 à la centrale  
nucléaire expérimentale de Lucens

1. Etablissement du rapport

Les résultats d'un premier examen des données relatives à l'incident survenu le 21 janvier 1969 à la centrale nucléaire expérimentale de Lucens ont été rassemblés par le Bureau du Délégué aux questions d'énergie atomique, puis dès le 1<sup>er</sup> mars par l'Office fédéral de l'économie énergétique. Le rapport annexé présente un résumé.

La version française du rapport a été soumise à l'examen des experts de la commission chargée de l'enquête par notre département, tandis que la version allemande l'est présentement. Il n'est pas exclu que leurs remarques provoquent encore quelques modifications.

2. Contenu du rapport

La première partie du rapport présente les faits importants de la phase d'exploitation antérieure à l'incident. La deuxième partie relate les faits saillants de la phase de l'incident, c'est-à-dire de l'intervalle de temps situé entre le moment, où l'avarie s'est produite (le 21 janvier 1969, à 17 h 20), et le moment où la caverne du réacteur a été décomprimée (le 25 janvier). La troisième partie présente les premières constatations d'ensemble relatives à l'efficacité des mesures de protection de la population et du personnel d'exploitation, ainsi qu'aux travaux requis par l'identification de la cause primaire de l'incident.

### 3. Destination du rapport

Ce rapport est destiné à l'orientation, indispensable, de la communauté internationale des spécialistes du génie nucléaire. Accompagné d'un communiqué de presse résumant les faits saillants de l'incident, il sera également remis à la presse du Palais fédéral aux fins d'orientation du public, également indispensable.

En raison des demandes d'information de plus en plus pressantes en provenance de nombreuses organisations étrangères de l'énergie atomique, la diffusion du rapport préliminaire est devenue urgente.

#### P r o p o s i t i o n

1. Préalablement à la diffusion nous vous proposons de prendre connaissance des faits énoncés dans le rapport annexé.
2. Extrait du procès-verbal avec le rapport aux Départements politique, de l'intérieur, de justice et police, des finances et des douanes ainsi que des transports et communications et de l'énergie.

DEPARTEMENT FEDERAL DES TRANSPORTS  
ET COMMUNICATIONS ET DE L'ENERGIE:

Bonvin

Annexe:

Rapport préliminaire

## Rapport préliminaire

concernant l'incident survenu le 21 janvier 1969  
à la centrale nucléaire expérimentale de Lucens

### Introduction

La centrale nucléaire expérimentale de Lucens a été construite et mise en service sous la responsabilité de la Société nationale pour l'encouragement de la technique atomique industrielle. Construite dans des cavernes souterraines, elle utilise un réacteur à tubes de force, modéré à l'eau lourde; l'élément combustible est constitué de barreaux en uranium métallique gainés par un alliage de magnésium; il est refroidi par du gaz carbonique. Etablie pour une puissance modeste de 7 - 8 MWe, cette installation de caractère expérimental a été conçue pour éprouver ce type de réacteur et pour tester ultérieurement des éléments combustibles de conception variée.

Pour la construction et l'exploitation provisoire de la centrale, la Société nationale a sollicité les autorisations prévues dans la loi fédérale sur l'utilisation pacifique de l'énergie atomique et la protection contre les radiations du 23 décembre 1959. Ces dernières lui ont été accordées par le Département fédéral des transports et communications et de l'énergie sur la base d'expertises positives établies par la Commission fédérale pour la sécurité des installations atomiques.

A la suite des essais de montée en puissance de la centrale, qui ont été effectués durant le premier trimestre de l'année écoulée et qui ont été conclus avec succès par un essai de fonctionnement ininterrompu de 10 jours - soit du 28 avril au 8 mai 1968 - à la puissance nucléaire de 21 MWth, la Société nationale

- 2 -

pour l'encouragement de la technique atomique industrielle remettait en date du 10 mai 1968 l'exploitation de la centrale nucléaire expérimentale de Lucens à la SA l'Energie de l'Ouest-Suisse. Une commission d'experts avait auparavant examiné les travaux de réception et l'état des installations et établi qu'aucun obstacle ne s'opposait à l'exploitation de la centrale et que diverses insuffisances constatées, mais ne touchant pas la sécurité, pouvaient être éliminées par la suite durant les périodes d'arrêt de la centrale.

Le but que s'est donné la société exploitante pour l'utilisation de la première charge de combustible, était de tirer le maximum d'informations sur le comportement des équipements à caractère expérimental de l'installation (en particulier les éléments combustibles, les soufflantes du circuit primaire, les systèmes de réglage, les appareils de mesure, etc. ....), au cours d'une marche prolongée aux températures nominales des éléments combustibles, comportant des marges de sécurité suffisantes. Aux fins de surveillance des éléments combustibles, des éléments-témoin devaient être retirés du coeur à intervalles appropriés, puis inspectés dans les cellules chaudes de l'Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs à Würenlingen.

La période s'étendant du 10 mai au 2 août 1968 a été consacrée à des essais devant permettre notamment la montée à la puissance nucléaire nominale de 30 MW (soit 8,3 MWe), ainsi qu'à la vérification plus détaillée des performances dynamiques de l'installation. Ces essais furent entrecoupés de périodes d'arrêt consacrées à des travaux d'entretien, de réparation et de correction des équipements.

Dès le 14 août et jusqu'au 24 octobre 1968, la centrale a été exploitée en régime régulier à une puissance nucléaire d'env. 28 MW (soit 7,5 MWe). La puissance nominale de 30 MW a été atteinte pour la première fois le 9 septembre. Le fonctionnement de la centrale s'est distingué par une continuité de marche remarquable pour une

- 3 -

installation de caractère expérimental. Durant le mois de septembre par exemple, le réacteur n'a été à l'arrêt que durant 30 h, ce qui correspond à un facteur d'utilisation d'env. 96 %, et une puissance nucléaire moyenne de 26,2 MWth a été atteinte. Après l'arrêt programmé du 24 octobre 1968 et jusqu'au 21 janvier 1969, jour de l'incident, le réacteur fut maintenu à l'arrêt de manière à procéder à des travaux de mise au point définitive de divers équipements.

L'examen des performances d'exploitation obtenues en 1968 a confirmé que la centrale de Lucens fonctionnait de manière très satisfaisante. Les périodes d'arrêt prolongé ont été programmées à l'avance en vue de travaux de modification et de révision, ces derniers étant pour une large part justifiés par le caractère expérimental de l'installation. En outre, le personnel d'exploitation, qui avait déjà participé activement aux travaux d'installation, de mise en service et de réception des équipements, puis aux essais de mise en service de la centrale, a exécuté sans difficulté une quinzaine d'opérations complètes de montée et de descente de la puissance et environ une centaine de variations importantes de puissance, démontrant ainsi qu'il maîtrisait sa tâche. Il faut également mentionner que pendant la période d'arrêt prolongé précédent l'incident, un élément combustible témoin a été déchargé du coeur, puis inspecté à l'Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs de Würenlingen. L'examen détaillé de ses propriétés a conduit à la conclusion que son comportement durant cette première étape d'irradiation était irréprochable.

Sur la base d'un examen approfondi portant sur toutes ces données, notamment sur les résultats des essais de mise en service et d'exploitation, sur le règlement d'exploitation et l'état des connaissances du personnel, ainsi que sur l'observation des conditions requises par les différentes autorisations partielles de construction, la Commission fédérale pour la sécurité des installations atomiques n'avait pas de raison de s'opposer à l'octroi de l'autorisation définitive d'exploiter la centrale

- 4 -

de Lucens. Cette dernière a ainsi été accordée par le Département fédéral des transports et communications et de l'énergie à la société exploitante en date du 23 décembre 1968.

### Le déroulement de l'incident

Précédée des opérations de préparation de l'installation, la montée en puissance, qui fut amorcée vers 4 heures du matin le 21 janvier dernier, se déroulait normalement dans le cadre des consignes et limites réglementaires. Lorsqu'à 17 h 20 l'incident s'est produit, l'installation se trouvait en palier de puissance de 12 MW. Aucun signe prémoniteur d'un état d'urgence ne s'était manifesté auparavant.

La phase initiale de l'incident s'est caractérisée par la très grande rapidité de son développement. En quelque 10 minutes, la pression du circuit primaire (soit 50 atmosphères\*) s'approchait de la pression d'équilibre dans la caverne du réacteur (soit env. 0,2 atmosphères\*), indiquant que le circuit primaire s'était ouvert et avait relâché la presque totalité de l'agent de refroidissement dans cette caverne. Simultanément, les instruments de surveillance de la radioactivité signalaient l'apparition d'une importante quantité de produits radioactifs dans les circuits, puis dans la caverne du réacteur, indiquant qu'un ou peut-être plusieurs éléments combustibles avaient été détériorés. Finalement, plusieurs indications signalaient une perte importante d'eau lourde, d'où il fallait conclure que la cuve du modérateur avait été endommagée.

Dès les premières secondes de l'incident, tous les signaux de sécurité concernés par la situation (à savoir notamment: perte trop rapide de pression dans le circuit primaire, pressions trop élevées dans le circuit de refroidissement des barres de commande et dans la cuve du modérateur, niveau trop élevé de radioactivité) avaient enclenché les dispositifs automatiques de sécurité, à savoir sur-

---

\* relativement à la pression atmosphérique

- 5 -

tout l'arrêt de la réaction en chaîne par introduction rapide des barres de commande dans le coeur et l'isolation de la caverne du réacteur par fermeture rapide des clapets étanches de ventilation. Des sas assuraient continuellement la fermeture étanche de cette caverne lors de passages du personnel. Une seconde environ après l'enclenchement des systèmes de sécurité, les clapets de ventilation étaient fermés, toutes les barres de commande étaient complètement rentrées dans le coeur: le réacteur était donc arrêté du point de vue de la réaction en chaîne et sa caverne se trouvait isolée.

Les observations faites par le personnel d'exploitation pendant cette première phase de l'incident ont permis d'établir, en sus de la rupture du circuit primaire et de l'endommagement de la cuve du modérateur:

- que les dispositifs automatiques de sécurité, soit d'arrêt du réacteur, soit d'isolation de sa caverne, avaient fonctionné de la manière prévue;
- que la cause de l'incident, qui n'est aujourd'hui pas encore déterminée, était étrangère à la réaction en chaîne (aucune excursion de la réactivité);
- que l'avarie était localisée à l'intérieur de l'écran de protection du réacteur et qualifiée d'importante;
- que les soufflantes du circuit primaire étaient encore capables, à pression atmosphérique, d'assurer l'évacuation de la chaleur résiduelle du coeur de manière suffisante, le système de surveillance de toutes les températures indiquant une baisse lente de ces dernières; il n'a ainsi pas été nécessaire de mettre en action d'autres moyens de refroidissement, tels le refroidissement de secours, ainsi que l'ultime mesure de protection que constitue l'arrosage de secours du coeur;
- que le débit de dose régnant dans la caverne du réacteur et enregistré dans la salle de commande était très élevé, de l'ordre



- 6 -

de la centaine de rem/hr, mais inférieur au débit de dose correspondant à l'avarie la plus grave admise dans les études de sécurité;

- que la caverne du réacteur avait résisté à la pression engendrée par la rupture du circuit primaire.

Dès que les premières constatations furent établies, le personnel d'exploitation mit en oeuvre de suite et sans hésitation le plan d'urgence prévu pour la situation résultant de cet incident particulier. A 17 h 40, la Commission fédérale pour la sécurité des installations atomiques et la Section pour la sécurité des installations atomiques dépendant du Délégué du Conseil fédéral aux questions d'énergie atomique étaient informées et dépêchaient deux experts sur place. Les membres de l'organisation de secours du personnel d'exploitation étaient également rappelés à la centrale; bien qu'à la connaissance de l'équipe de quart en service, aucune personne ne se trouvait dans la caverne du réacteur au moment de l'incident, un contrôle systématique de tout le personnel fut fait, confirmant qu'aucune personne ne s'y trouvait.

Simultanément se manifestait dans les cavernes adjacentes (machines et stockage des éléments combustibles) une lente montée de radioactivité, résultant apparemment de fuites légères provenant de la caverne du réacteur mais excédant les prévisions et dont les causes doivent encore être élucidées aujourd'hui. L'ingénieur en charge de l'exploitation décida d'arrêter totalement la ventilation de ces cavernes, bien avant que l'activité relâchée à la cheminée ne puisse constituer un danger pour la population. L'arrêt de la ventilation conduisit à une lente progression de la radioactivité dans la galerie d'accès, fermée vers l'extérieur, ainsi que dans la salle de commande où à 18 heures 15 environ le port de masques fut rendu obligatoire. Admettant que cette évolution, si elle avait persisté, aurait pu conduire ultérieurement à une contamination excédant la concentration maximale admissible pour la population en dehors du site de l'installation, la centrale

- 7 -

de surveillance du comité d'alarme en cas de radioactivité accrue fut alertée vers 18 h 30. Elle dépêcha immédiatement deux experts sur place.

Dans la salle de commande, la contamination atteignit au maximum 10 fois la concentration maximale admissible pour séjour continu en présence d'un mélange de produits radioactifs inconnus. Cependant, les analyses spectrométriques montrèrent le lendemain que la contamination réelle, pour les isotopes effectivement présents, correspondait à la valeur de la concentration maximale admissible pour séjour continu (168 heures/semaine) du personnel; cette contamination aurait donc été supportable même sans le port de masques. Ainsi, compte tenu des processus de purification par les filtres de la cheminée et de dilution dans l'atmosphère, il s'avère que la ventilation des cavernes adjacentes aurait pu être maintenue en service sans préjudice aucun pour la santé de la population. La décision de déclencher la ventilation a procédé du souci de l'ingénieur de quart de protéger en priorité la population, puis le personnel d'exploitation, puis l'installation. Cette décision apparaît correcte. En effet au moment où elle a été prise, le personnel pouvait se borner à surveiller toute l'installation depuis la salle de commande.

Les premières mesures faites sur des échantillons prélevés dans les communes voisines ont été exécutées par le personnel d'exploitation et portées à la connaissance des experts de l'organisation d'alarme de la Commission fédérale de la radioactivité vers 21 h 30. Ces mesures furent répétées vers minuit et durant toute la nuit avec l'aide d'une équipe de surveillance dépêchée par l'Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs. Elles montrèrent que l'activité contenue dans les échantillons se situait à l'intérieur du large domaine de variation de la radioactivité naturelle pour tous les endroits de mesure sauf un, pour lequel le résultat parut dépasser légèrement ce domaine lors d'une mesure immédiate. Les mesures ultérieures de contrôle faites sur les échantillons prélevés en cet endroit n'indiquèrent cependant également plus aucune radioactivité.

- 8 -

L'activité qu'il a peut-être contenue ne pouvait ainsi provenir que de l'isotope Rubidium-88, dont la durée de vie est de 18 minutes, et la dose d'exposition de la population qui en aurait résulté aurait été négligeable par rapport à celle de l'exposition permanente due à la radioactivité naturelle.

Des analyses spectrométriques d'échantillons radioactifs prélevés dans la centrale montrèrent au matin suivant que la radioactivité était due principalement au radio-isotope Rubidium-88, à côté duquel on identifia quelques isotopes d'Iode. Après que la radioactivité eut rapidement décliné dans les cavernes des machines et de stockage des éléments combustibles, dans la galerie d'accès et la salle de commande, le personnel d'exploitation procéda à leur ventilation à travers les filtres le 22 janvier dès 16 heures et pendant toute la nuit suivante, en respectant les prescriptions de rejet d'air vicié dans l'atmosphère valables pour l'exploitation normale. Des équipes de surveillance envoyées à l'extérieur vérifièrent que cette opération n'avait relâché aucune activité détectable dans les environs.

L'opération de ventilation permit d'accéder aux cavernes adjacentes sans restrictions dès le 23 janvier au matin, journée qui fut alors consacrée à la préparation de l'opération de décompression de la caverne du réacteur.

Dès le début de l'incident, la situation dans cette dernière caverne était restée sous contrôle, grâce au fait que la presque totalité des instruments et des équipements étaient restés en service et qu'ils permettaient d'exercer un contrôle suffisant depuis la salle de commande. Grâce au déclin rapide de la radioactivité, le débit de dose dans la caverne s'est réduit d'un facteur mille durant les 44 premières heures, en passant de la centaine de rem/hr à la centaine de mrem/hr; la température du combustible passait de 350 °C à moins de 100 °C durant la première nuit déjà, grâce au fonctionnement à plein régime des soufflantes du circuit primaire; la température du gaz à la sortie de tous les canaux de refroidissement s'est comportée de manière conforme.

- 9 -

Les analyses faites durant la journée du 23 janvier sur des échantillons de gaz prélevés dans la caverne du réacteur depuis la caverne des machines indiquèrent que l'atmosphère de la caverne était contaminée par du tritium provenant d'eau lourde évaporée, en plus des isotopes déjà mentionnés plus haut. La quantité de tritium dans l'atmosphère de la caverne, de l'ordre du Curie, s'avéra suffisamment faible pour que l'opération de relâchement par la cheminée ne présente aucun danger pour la population. Après certains préparatifs techniques, portant notamment sur le contrôle de l'efficacité des filtres à Iode dans la cheminée d'évacuation, l'opération de décompression de la caverne du réacteur put être effectuée avec l'aide de ces filtres dans la nuit du 24 au 25 janvier, soit entre 19 heures du soir et 3 heures du matin, dans des conditions respectant les prescriptions de rejet d'air vicié dans l'atmosphère valables pour l'exploitation normale. Les équipes de surveillance vérifièrent également qu'aucune activité mesurable n'avait été relâchée dans les environs.

L'arrêt des soufflantes du circuit primaire, permis par l'état suffisamment refroidi du coeur du réacteur, ainsi que la récupération télécommandée de l'eau lourde qui s'était échappée du coeur et se trouvait dans la chambre inférieure du réacteur, terminèrent, le 25 janvier dès 16 heures 30, la phase "incident".

#### Constatations préliminaires

Durant la phase "incident", des experts des organes officiels de sécurité ont assisté en permanence la direction d'exploitation de la centrale dans l'établissement des décisions relatives à la protection de la population, du personnel et de l'installation. La Commission fédérale de la radioactivité mettait son laboratoire de l'Institut de physique de l'Université de Fribourg à disposition pour les analyses spectrométriques des échantillons de mesure et l'Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs à Würenlingen dépêchait des équipes de surveillance de la radioactivité, ainsi que du personnel de radioprotection à l'appui du personnel d'exploitation de la centrale.

- 10 -

Grâce à la bonne coordination régnant entre les organes concernés et à la bonne entente régnant entre ces organes et la direction d'exploitation, les décisions importantes ont pu être établies dans les meilleures conditions et sans précipitation inutile. D'un premier examen, il se dégage que les moyens supplémentaires mis en oeuvre pour aider le personnel d'exploitation à maîtriser la situation étaient bien proportionnés aux circonstances et que l'excellente qualification du personnel d'exploitation et les dispositifs de sécurité de l'installation avaient ensemble fait leur preuve à l'occasion de l'incident. Ainsi, l'irradiation de la population a été maintenue à un niveau négligeable par rapport à la radioactivité naturelle ambiante et celle du personnel a été confinée dans les limites prescrites pour personnes professionnellement exposées aux radiations.

La Commission d'enquête désignée par le Chef du Département des transports et communications et de l'énergie a commencé ses travaux par l'examen critique du fonctionnement des dispositifs de sécurité du réacteur et du confinement et par l'analyse détaillée du déroulement de l'incident. Elle reportera dès que possible son attention sur la cause primaire de l'incident, dont la détermination sera poursuivie par tous les moyens possibles.

Les explorations de la caverne du réacteur entreprises par le personnel d'exploitation dès le 27 janvier ont confirmé que cette cause se situe à l'intérieur de l'écran biologique du réacteur. Pour pouvoir l'identifier, il est nécessaire d'inspecter les différentes parties du coeur et de procéder au démontage de certaines d'entr'elles. Les opérations de recouvrement des organes du coeur seront considérablement ralenties par la contamination résiduelle de la caverne et par le fait que l'endommagement du coeur est important. Le travail de la Commission d'enquête sera donc par nécessité très lent.

- 11 -

Pour le moment, étant donné que les observations disponibles sont insuffisantes pour pouvoir déterminer la cause primaire de l'incident, seules des hypothèses de caractère spéculatif peuvent être émises. Les faits techniques saillants de l'incident suggèrent par exemple qu'un comportement anormal d'un élément combustible a entraîné par surchauffe la rupture du tube de force le contenant, mais inversement aussi qu'une rupture d'une conduite du circuit primaire à l'intérieur de l'écran biologique a entraîné un échauffement intolérable d'un élément combustible; dans les deux cas, la rupture du circuit primaire peut être la cause de l'endommagement de la cuve du modérateur. Il n'est aujourd'hui pas encore possible de préciser laquelle des deux possibilités s'est effectivement réalisée; il n'est pas exclu non plus que des observations nouvelles modifient ultérieurement les hypothèses faites aujourd'hui sur le déroulement des faits primaires de cet incident. De toute manière, les résultats des investigations de la Commission d'enquête seront portés dès que possible à la connaissance du public et de la communauté internationale des spécialistes du génie nucléaire.

Berne, le 17 mars 1969

OFFICE FEDERAL DE L'ECONOMIE ENERGETIQUE

## Vorläufiger Bericht

über den Zwischenfall vom 21. Januar 1969  
im Versuchs-Atomkraftwerk Lucens

---

### Einleitung

Das Versuchs-Atomkraftwerk Lucens wurde unter der Verantwortung der Nationalen Gesellschaft für die Förderung der industriellen Atomtechnik gebaut und in Betrieb gesetzt. Dieses Werk, das zur Hauptsache in unterirdischen Kavernen untergebracht ist, benützt einen schwerwassermoderierten Druckrohrreaktor. Das Brennstoffelement besteht aus metallischen Uranstäben, die mit einer Magnesium-Legierung umhüllt sind; es wird durch Kohlendioxyd gekühlt. Diese experimentelle Anlage, von der bescheidenen Leistung von 7 - 8 MWe, ist konzipiert worden, um diesen Reaktor-Typ zu erproben und nachträglich Brennstoffelemente von verschiedenen Konzeptionen zu testen.

Für den Bau und provisorischen Betrieb der Anlage hat die Nationale Gesellschaft Gesuche gestellt, um die Bewilligungen zu erhalten, die im Bundesgesetz über die friedliche Verwendung der Atomenergie und den Strahlenschutz vom 23. Dezember 1959 vorgesehen sind. Diese wurden ihr vom Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement auf Grund von positiven Gutachten der Eidg. Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen erteilt.

Im Anschluss an die Versuche mit steigenden Leistungen, die mit der Zentrale während des ersten Drittels des vergangenen Jahres durchgeführt worden waren und die erfolgreich mit einem ununterbrochenen Betrieb von 10 Tagen Dauer - vom 28. April bis zum 8. Mai 1968 - bei einer nuklearen Leistung von 21 MWth abgeschlossen worden waren, übergab die Nationale Gesellschaft für die Förderung der industriellen Atomtechnik am 10. Mai 1968 den Betrieb

- 2 -

des Versuchs-Atomkraftwerkes Lucens der SA l'Energie de l'Ouest-Suisse. Eine Expertenkommission hatte vorher den Stand der Abnahmen und den Zustand der Anlage selbst geprüft und festgestellt, dass dem Betrieb der Anlage kein Hindernis entgegenstand, sowie dass verschiedene festgestellte Unzulänglichkeiten, die die Sicherheit nicht berührten, in der Folge während Stillstandszeiten behoben werden können.

Für den Betrieb mit der ersten Charge von Spaltstoff hatte sich die Betreibergesellschaft als Ziel gesetzt, ein Maximum an Informationen über das Verhalten von Einrichtungen experimentellen Charakters in der Anlage (insbesondere über die Spaltstoffelemente selbst, die Gebläse des gasgekühlten Primärkreislaufes, die Regelungssysteme, Messeinrichtungen, etc.) während eines länger dauernden Leistungsbetriebes bei nominellen Temperaturen der Spaltstoffelemente und ausreichenden Sicherheitsmargen zu gewinnen. Zur Ueberwachung der Spaltstoffelemente sollten Testelemente in passenden Intervallen aus dem Reaktorkern herausgezogen und im Hot-Labor des Eidg. Institutes für Reaktorforschung in Würenlingen untersucht werden.

Die Periode zwischen dem 10. Mai und dem 2. August 1968 wurde für Versuche bestimmt, welche namentlich dem Erreichen der nominalen Leistung von 30 MWth (entsprechend 8,3 MWe) und der detaillierten Untersuchung des <sup>dynamischen</sup> Verhaltens der Anlage dienten. Diese Versuche wurden unterbrochen von Stillstandsperioden für Unterhaltsarbeiten, Reparaturen und Verbesserungen der Ausrüstung.

Vom 14. August bis zum 24. Oktober wurde die Zentrale in regelmässiger Weise bei einer Leistung von etwa 28 MWth (7,5 MWe) betrieben. Die nominale Leistung von 30 MW wurde zum ersten Mal am 9. September erreicht. Dieser Betrieb hat sich durch eine für eine Versuchsanlage bemerkenswerte Regelmässigkeit ausgezeichnet. Im Monat September z.B. war der Reaktor nur während 30 Std. abgestellt, was einem Ausnutzungsfaktor von 96 % entspricht, und es wurde eine nukleare Leistung von durchschnittlich 26,2 MWth erreicht.



Nach dem vorgesehenen Betriebsende am 24. Oktober blieb der Reaktor bis zum 21. Januar, dem Tag des Zwischenfalles, für die Arbeiten zur definitiven Instandstellung diverser Ausrüstungen abgestellt.

Die Prüfung des Verhaltens der Anlage im Jahre 1968 hat bestätigt, dass das Atomkraftwerk Lucens in sehr befriedigender Weise funktioniert hat. Die längerdauernden Stillstandperioden waren vorher vorgesehen gewesen für Aenderungen und Revisionsarbeiten, welche letztere zu einem grossen Teil durch den experimentellen Charakter der Anlage gerechtfertigt gewesen sind. Ferner hat das Betriebspersonal, welches an der Installation, der Inbetriebnahme und der Abnahme von Ausrüstungen, sowie an den Versuchen zur Inbetriebnahme der Zentrale schon massgeblich teilgenommen hatte, die Anlage ohne Schwierigkeiten etwa fünfzehnmal auf Leistung gebracht und wieder abgestellt, sowie etwa hundert wichtigere Teillaständerungen durchgeführt und damit gezeigt, dass es seine Aufgaben beherrscht. Es muss weiterhin darauf hingewiesen werden, dass während der längeren Stillstandperiode vor dem Zwischenfall ein Test-Spaltstoffelement aus dem Reaktorkern entladen und im Eidg. Institut für Reaktorforschung in Würenlingen untersucht worden ist; eine eingehende Prüfung seiner charakteristischen Eigenschaften hat zum Schluss geführt, dass es sich während der ersten Bestrahlungsetappe einwandfrei verhalten hatte.

Auf der Basis einer eingehenden Prüfung all dieser Daten, insbesondere der Resultate der Inbetriebnahme-Versuche und des bisherigen Betriebes, des Betriebsreglementes und des Standes der Kenntnisse des Personals, sowie der Erfüllungen der Auflagen der verschiedenen Teilbaubewilligungen, hatte die Eidg. Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen keinen Grund, sich gegen den Erlass einer definitiven Betriebsbewilligung für das Atomkraftwerk Lucens auszusprechen. Diese Bewilligung wurde daher am 23. Dezember 1968 vom Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement dem Betreiber des Werkes erteilt.

### Der Ablauf des Zwischenfalles

Nach vorgängiger Bereitstellung der Anlage lief die Leistungssteigerung, welche gegen 4 Uhr morgens am 21. Januar 1969 begonnen wurde, normal und im Rahmen der vorgeschriebenen Grenzwerte und des Betriebsreglementes ab. Als sich um 17 Uhr 20 der Zwischenfall ereignete, befand sich die Anlage auf einem Leistungsniveau von 12 MWth. Keinerlei Anzeichen eines Notfallzustandes hatte sich vorher gezeigt.

Der Zwischenfall war charakterisiert durch eine ausserordentliche Schnelligkeit seines Ablaufes. Der Druck im Primärkreislauf (50 Atmosphären Ueberdruck) fiel sehr rasch und erreichte im weiteren Verlauf nach etwa 10 Minuten den Gleichgewichtsdruck in der Reaktorkaverne (ca. 0,2 Atmosphären Ueberdruck); dies zeigte an, dass der Primärkreislauf sich geöffnet hatte und fast seinen ganzen Inhalt an Kühlmittel in die Reaktorkaverne abgelassen hatte. Gleichzeitig zeigten die Ueberwachungsinstrumente für Radioaktivität das Auftreten einer erheblichen Menge an radioaktiven Produkten in den Kreisläufen, und dann in der Reaktorkaverne an, was darauf hinwies, dass eines oder mehrere Spaltstoffelemente ernstlich beschädigt worden waren. Zuletzt signalisierten mehrere Anzeigen einen starken Verlust von schwerem Wasser, woraus folgte, dass der Moderatortank Schaden erlitten hatte.

Von den ersten Sekunden des Zwischenfalles an lösten alle, von den Ereignissen betroffenen Sicherheitssignale (hauptsächlich die Signale für zu rasche Druckabnahme im Primärkreislauf, für zu hohe Drücke im Kühlkreislauf der Kontrollstäbe und im Moderatortank, sowie für zu hohe Radioaktivität) die automatischen Sicherheitseinrichtungen aus, insbesondere die Unterbrechung der Kettenreaktion im Reaktor durch Fallenlassen der Kontrollstäbe und den Abschluss der Reaktorkaverne durch die dichten Schnellschlussklappen der Ventilation. Schleusen gewährleisteten dauernd einen dichten Abschluss der für den Personalzugang zur Kaverne erforderlichen Passagen. Etwa eine Sekunde nach dem Auslösen der Sicherheitssysteme

- 5 -

waren die Ventilationsklappen geschlossen und alle Kontrollstäbe vollständig im Kern, so dass der Reaktor hinsichtlich der Kettenreaktion abgestellt und dessen Kaverne nach aussen abgeschlossen war.

Die Beobachtungen des Betriebspersonals während dieser ersten Phase des Zwischenfalles gestatteten folgende Feststellungen, zusätzlich zum Bruch des Primärkreislaufes und zur Beschädigung des Moderatorortankes:

- dass die automatischen Sicherheitseinrichtungen für das Abstellen des Reaktors und für den Abschluss der Reaktorkaverne in der vorgesehenen Art funktioniert hatten;
- dass die Ursache des Zwischenfalles, die bis heute noch nicht eindeutig festgestellt worden ist, nicht in der nuklearen Kettenreaktion lag (keine Reaktivitäts-Exkursion);
- dass der Schaden innerhalb der Abschirmung des Reaktors liegt und dass er als bedeutend anzusehen ist;
- dass die Gebläse des Primärkreislaufes noch in der Lage waren, bei atmosphärischem Druck die Nachwärme des Reaktorkerns ausreichend abzuführen, was durch langsam fallende Anzeigen am Ueberwachungssystem aller Temperaturen festzustellen war; es war daher nicht erforderlich, weitere Kühlmöglichkeiten in Betrieb zu setzen, welche in der Notkühlung oder als letzte Sicherheitsmassnahme in der Notflutung des Reaktors bestanden hätten;
- dass die in der Reaktorkaverne herrschende und fernregistrierte Strahlungsintensität sehr hoch war, von der Grössenordnung einiger hundert rem/h, jedoch geringer als den Annahmen in den Sicherheitsstudien für den schlimmsten Fall entsprach;
- dass die Wandung der Reaktorkaverne dem durch den Bruch des Primärkreislaufes erzeugten Druck standhielt.

Nachdem die ersten Feststellungen gemacht worden waren, setzte das Betriebspersonal unverzüglich den Notfallplan ins Werk, der für diesen besonderen Zwischenfall vorgesehen war. Um 17 Uhr 40

- 6 -

wurde die Eidg. Kommission für die Sicherheit von Atomanlagen und die Sektion für Sicherheitsfragen von Atomanlagen, welche dem Delegierten für Fragen der Atomenergie unterstellt war, informiert. Sie entsandten zwei Experten nach Lucens. Die Mitglieder der Notfallorganisation des Betriebspersonals wurden ebenfalls in das Kraftwerk berufen. Trotzdem nach Kenntnis der im Dienst stehenden Schichtgruppe sich keine Personen im Moment des Zwischenfalles in der Reaktorkaverne aufgehalten hatten, wurde eine systematische Personenkontrolle vorgenommen, die bestätigte, dass sich niemand dort befand.

Während dieser Zeit zeigte sich in den Nebenkavernen (Maschinenhalle und Stablagerkaverne) ein langsamer Anstieg von Radioaktivität, offensichtlich von geringfügigen Leckagen aus der Reaktorkaverne, die jedoch grösser als erwartet waren und deren Ursachen noch im Detail abzuklären sein werden. Der diensttuende Schichtingenieur entschied sich daher, die Ventilation der Kavernen gänzlich abzustellen, lange bevor die aus dem Kamin abgegebene Radioaktivität eine Gefahr für die Bevölkerung hätte darstellen können. Die Stilllegung der Ventilation führte zu einem langsamen Vordringen der Radioaktivität im Zugangsstollen, der nach aussen verschlossen war, sowie in den Kommandoraum, wo ab etwa 18 Uhr 15 das Tragen von Gasmasken befohlen wurde. In der Annahme, dass diese Entwicklung, falls sie andauern sollte, zu einer unzulässigen Kontamination der Umgebung führen könnte, wurde die Ueberwachungszentrale des Alarmausschusses im Falle erhöhter Radioaktivität um etwa 18 Uhr 30 alarmiert; diese entsandte unverzüglich zwei Experten nach Lucens.

Im Kommandoraum erreichte die Konzentration der Radioaktivität im Maximum das Zehnfache der für ein unbekanntes Gemisch radioaktiver Isotopen zulässigen Konzentration (MZK). Die spektrometrischen Analysen zeigten jedoch am nächsten Tag, dass - bezogen auf die effektiv vorhandenen Isotope - die vorliegende Kontamination nur dem einfachen Wert der MZK für einen dauernden Aufenthalt (168 Std./Woche) des Personals entsprach, so dass keine Gasmasken

notwendig gewesen wären. Dementsprechend zeigte es sich, dass unter Berücksichtigung der Reinigungswirkung der Abluftfilter und der Verdünnung in der Atmosphäre die Ventilation der Nebenkavernen hätte in Betrieb bleiben können, ohne dass dadurch die Gesundheit der Bevölkerung irgendwie gefährdet worden wäre. Die Entscheidung des Schichtingenieurs zur Abschaltung der Ventilation erfolgte im Bestreben, zuerst die Bevölkerung, dann das Personal und zuletzt die Anlage zu schützen. Diese Entscheidung erscheint korrekt. Tatsächlich konnte sich das Personal im Moment, in welchem die Entscheidung getroffen wurde, mit der Ueberwachung der Anlage vom Kommandoraum aus begnügen.

Die ersten Messungen an Proben aus den umgebenden Ortschaften wurden vom Personal der Anlage gemacht und etwa um 21 Uhr 30 den Experten der Alarmorganisation der Eidg. Kommission für die Ueberwachung der Radioaktivität bekanntgegeben. Diese Messungen wurden gegen Mitternacht wiederholt und während der Nacht durch eine Ueberwachungsequipe des Eidgenössischen Institutes für Reaktorforschung fortgesetzt. Sie zeigten, dass an allen Messorten Radioaktivität im Bereich der zu erwartenden, zeitlich und räumlich bekanntermassen erheblich schwankenden natürlichen Radioaktivität vorhanden war, welcher Bereich nur an einem Ort bei der sofortigen Messung leicht überschritten erschien. Auch auf den an diesem Ort genommenen Luftproben liess sich jedoch bei späteren Nachkontrollen keine Radioaktivität mehr nachweisen. In diesen Proben möglicherweise vorhanden gewesene Radioaktivität könnte daher höchstens aus Rubidium-88, einem Isotop mit der kurzen Halbwertszeit von 18 Minuten, bestanden haben; eine daraus resultierende Bestrahlungsdosis der Bevölkerung wäre neben der dauernd wirkenden Bestrahlung durch die natürliche Radioaktivität vernachlässigbar klein gewesen.

Spektrometrische Analysen von radioaktiven Proben aus der Anlage zeigten am Morgen des nächsten Tages, dass die Radioaktivität dominiert war vom sehr kurzlebigen Isotop Rubidium-88, neben dem sich einige Jod-Isotope noch nachweisen liessen. Nachdem die Radioaktivität in der Maschinenkaverne und der Stablagerkaverne rasch

- 8 -

abfiel, wie auch im Zugangsstollen und im Kommandoraum, setzte das Personal die Ventilation dieser Kavernen über Filter am 22. Januar ab 16 Uhr und während der folgenden Nacht wieder in Gang, wobei die Vorschriften für die Abgabe von Abluft an die Atmosphäre im Normalbetrieb eingehalten wurden. Ausgesandte Ueberwachungsequipen kontrollierten, dass diese Operation keine messbare Radioaktivität in der Umgebung zur Folge hatte.

Durch die Ventilation der Nebenkavernen wurden diese ab 23. Januar wiederum ohne Restriktionen betretbar, welcher Tag sodann mit Vorbereitungen zur Druckentlastung der Reaktorkaverne ausgefüllt war.

Vom Beginn des Zwischenfalles an verblieb die Situation in der Reaktorkaverne unter Kontrolle, dank der Tatsache, dass fast alle Instrumente und Einrichtungen in Betrieb geblieben waren und dass sie eine ausreichende Kontrolle vom Kommandoraum aus gestatteten. Dank dem raschen Zerfall der Radioaktivität reduzierte sich die Bestrahlungsintensität in der Kaverne innerhalb der ersten 44 Stunden um einen Faktor Tausend, nämlich von einigen hundert rem/h auf einige hundert mrem/h. Die Temperatur des Spaltstoffes sank während der ersten Nacht von anfänglich 350<sup>o</sup>C auf weniger als 100<sup>o</sup>C, da die Gebläse des Primärkreislaufes in vollem Betrieb standen; die Temperatur des Kühlgases am Austritt aus den Kühlkanälen verhielt sich analog.

Die während des 23. Januar ausgeführten Analysen von Gasproben, welche aus der Reaktorkaverne von der Maschinenkaverne aus genommen worden waren, zeigten, dass die Atmosphäre in dieser Kaverne durch Tritium kontaminiert war, welches aus verdampftem schwerem Wasser stammte, zusätzlich zu den schon oben erwähnten Isotopen. Die Tritium-Menge in der Kavernenluft lag in der Grössenordnung eines Curie, also ausreichend niedrig, so dass die Operation der Abgabe an die Atmosphäre durch das Kamin keine Gefahr für die Bevölkerung bieten würde. Nach einigen technischen Vorbereitungen, insbesondere zur Kontrolle des Wirkungsgrades der Jod-Ab-

- 9 -

Luftfilter im Kamin, konnte die Druckentlastung der Reaktorkaverne in der Nacht vom 24. zum 25. Januar, zwischen 19 und 03 Uhr, durch diese Filter durchgeführt werden, wobei die Bedingungen für die Abgabe von Abluft an die Atmosphäre im Normalbetrieb eingehalten wurden. Wiederum bestätigte eine Ueberwachungsequipe, dass keine abgegebene Radioaktivität in der Umgebung messbar war.

Das Ausschalten der Gebläse, welches durch den ausreichend kalten Zustand des Reaktors möglich wurde, sowie die fernbediente Wiedergewinnung von schwerem Wasser, welches aus dem Reaktor ausgelaufen war und sich in der Kammer unterhalb des Reaktors befand, schlossen am 25. Januar um 16 Uhr 30 die Phase "Zwischenfall" ab.

#### Vorläufige Feststellungen

Während der Phase "Zwischenfall" unterstützten Experten der Sicherheitsorgane des Bundes dauernd den Betriebsdirektor des Atomkraftwerkes bei seiner Entschlussfassung betreffend den Schutz der Bevölkerung, des Personals und der Anlage. Die Eidg. Kommission für die Ueberwachung der Radioaktivität stellte ihre Messstelle am Physikalischen Institut der Universität Fribourg für die spektrometrischen Analysen von radioaktiven Kontaminationsproben zur Verfügung, und das Eidg. Institut für Reaktorforschung in Würenlingen entsandte Equipen für die Umgebungsüberwachung sowie Strahlenschutzpersonal zur Unterstützung des Betriebspersonals in Lucens.

Dank der guten Koordination zwischen den zuständigen Organen des Bundes und dem guten Einvernehmen zwischen diesen Organen und dem Betreiber des Kraftwerkes konnten die wichtigen Entscheidungen unter bestmöglichen Umständen und ohne unnötige Uebereilung getroffen werden. Eine erste Prüfung ergibt, dass die zusätzlichen Hilfsmittel, welche zur Unterstützung des Betriebspersonals eingesetzt wurden, um die Ereignisse zu beherrschen, in der Retrospektive den Umständen gut angemessen erscheinen, und dass die ausgezeichnete Qualifikation des Personals und die Sicherheits-einrichtungen der Anlage ihre gemeinsame Probe anlässlich dieses

- 10 -

Zwischenfalles bestanden haben. So konnte die Bestrahlung der Bevölkerung auf einem Niveau gehalten werden, welches vernachlässigbar ist gegenüber der Wirkung der natürlichen Radioaktivität, und die Bestrahlung des Personals verblieb innerhalb der Normen für beruflich strahlenexponierte Personen.

Die Untersuchungskommission, welche vom Chef des Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartementes eingesetzt worden ist, hat ihre Arbeiten mit der kritischen Prüfung des Funktionierens der Sicherheitseinrichtungen des Reaktors und des Containments aufgenommen, sowie mit der detaillierten Prüfung des Ablaufes des Zwischenfalles. Sie wird sobald als möglich ihre Aufmerksamkeit der primären Ursache des Zwischenfalles zuwenden, deren Bestimmung mit allen möglichen Mitteln erstrebt wird.

Die Untersuchung der Reaktorkaverne, welche vom Personal seit dem 27. Januar vorgenommen worden ist, hat bestätigt, dass diese primäre Ursache innerhalb der biologischen Abschirmung des Reaktors liegt. Um sie identifizieren zu können, ist es notwendig, die verschiedenen Bestandteile des Reaktorkerns zu inspizieren, sowie gewisse Teile zu demontieren. Diese Schritte werden einerseits durch die Restkontamination der Kaverne und andererseits durch den schweren Schaden am Kern beträchtlich verzögert werden. Die Arbeit der Untersuchungskommission wird deswegen notwendigerweise sehr langsam vor sich gehen.

Da die heute verfügbaren Beobachtungen noch ungenügend sind, um die primäre Ursache des Zwischenfalles feststellen zu können, können nur Hypothesen spekulativer Art erwähnt werden. Die massgebenden technischen Gegebenheiten des Zwischenfalles suggerieren, dass zum Beispiel ein abnormales Verhalten eines Brennstoffelementes zufolge Ueberhitzung den Bruch seines Druckrohres bewirkt hat, oder aber, dass umgekehrt ein Bruch einer Primärleitung innerhalb der Abschirmung eine Ueberhitzung eines Brennstoffelementes zur Folge gehabt hat; in beiden Fällen kann der Bruch des Primärkreislaufes die Ursache der Beschädigung des Moderatorankes gewesen sein. Es ist heute noch zu früh, zwischen diesen beiden Möglich-



- 11 -

keiten zu entscheiden; es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass spätere Beobachtungen die jetzigen Vorstellungen über den Ablauf der primären Ereignisse dieses Zwischenfalles modifizieren werden. Jedenfalls werden die Resultate der Arbeiten der Untersuchungskommission so bald wie möglich der Öffentlichkeit und der internationalen Gemeinschaft der Spezialisten der Kerntechnik zugänglich gemacht werden.

Bern, den 17. März 1969

EIDG. AMT FUER ENERGIEWIRTSCHAFT