

# La progression mondiale de l'énergie nucléaire

Autor(en): **Buclin, Jean-Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Ingénieurs et architectes suisses**

Band (Jahr): **114 (1988)**

Heft 19

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-76833>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# La progression mondiale de l'énergie nucléaire

**Chacun de nous a pu lire des informations contradictoires sur la réalisation et la planification de nouvelles centrales nucléaires dans le monde, et en particulier aux Etats-Unis. Nous nous sommes demandé ce qu'il en était réellement; en effet, si l'on sait que le ralentissement du programme nucléaire français (par rapport aux plans les plus ambitieux) est lié à l'évolution de l'économie et des prix des hydrocarbures, un arrêt du nucléaire aux Etats-Unis en revanche marquerait un renversement de tendance difficile à ignorer dans notre prospective nationale.**

**La constatation s'impose: aucun raz-de-marée écologique n'est venu arrêter la construction de centrales nucléaires aux Etats-Unis, même après Three Mile Island.**

Rédaction

A l'heure où l'on parle beaucoup, en Suisse, d'un abandon à terme de l'énergie nucléaire (encore faut-il savoir exactement à quelles conditions on pourrait vraiment s'en passer), il est

PAR JEAN-PAUL BUCLIN,  
LUTRY

intéressant de faire le point sur le rythme de développement passé et présent de cette sorte d'énergie.

Trois groupes de nations méritent une attention particulière:

- les Etats-Unis, dont certains prétendent qu'ils se seraient déjà libérés du nucléaire;
- les pays de l'Est, à économie dirigée, et en particulier l'Union soviétique dont nous dépendons de plus en plus pour notre approvisionnement en gaz naturel et en pétrole (et peut-être bientôt aussi en électricité?);
- les pays d'Orient, en particulier le Japon, dont la pression industrielle se fait fortement sentir en Occident.

A la fin de 1987, plus de 400 centrales nucléaires productrices d'électricité fonctionnaient dans 26 pays. Leur puissance nette totale était de 303 000 MWe<sup>1</sup>, ce qui correspond à une puissance moyenne de 750 MWe net par unité ou réacteur. Ces centrales fournissent au total un peu moins de 2000 TWh par année. Produire une telle énergie électrique au moyen de centrales thermiques correspondrait à une consommation équivalente supplémentaire d'environ 725 millions de tonnes de charbon par année, en 1987. Depuis le début de l'ère nucléaire civile, c'est environ 11 500 TWh en électricité qui ont été produits par l'énergie nucléaire. Si cette énergie avait été produite par d'autres sources, par exemple des combustibles fossiles

tels le charbon ou le fuel, ce serait 15 milliards de tonnes de CO<sub>2</sub> de plus qui auraient été éjectés dans l'atmosphère avec, en sus, quelque 60 millions de tonnes d'autres rejets tels que poussières, soufre, oxydes d'azote, etc., et cela en supposant que les valeurs limites *actuelles* pour les rejets ont déjà été respectées dès 1970 (ce qui n'est bien sûr pas le cas en réalité). Les déchets solides produits par la purification des gaz de fumées se seraient élevés à 500 millions de tonnes pour les combustibles fossiles. Le volume des déchets hautement actifs produits par l'ensemble de toutes les centrales nucléaires du monde depuis qu'elles produisent de l'électricité est, lui, de 7000 m<sup>3</sup> seulement. Ce volume correspond à un tronçon de moins de 200 m d'un tunnel du gabarit CFF; ou, si l'on admet que la partie active des colis se trouvait entourée d'un volume inerte dix fois plus grand, à un tronçon de 2 km d'un tel tunnel.

Une seule centrale nucléaire actuelle fournit environ 10 TWh par année, ce qui permet d'alimenter près de 2 millions d'habitants. La Suisse a consommé en 1987 quelque 43 TWh d'énergie électrique.

Le nombre des centrales nucléaires actuellement en construction est de 129 unités, d'une puissance moyenne de 960 MWe net chacune. Dans ce nombre, 46 unités se trouvent en construction dans les pays à économie dirigée, dont 25 en Union soviétique; 24 unités en Asie du Sud-Est, dont 12 au Japon; 59 unités dans le reste du monde, dont 18 aux Etats-Unis et 12 en France. En 1995, les Etats-Unis, la CEE et l'Union soviétique disposeront chacun d'environ 110 GWe en puissance électrique nucléaire installée.

On peut estimer le nombre des centrales nucléaires commandées à 64 unités, dont 38 dans le bloc de l'Est (28 en Union soviétique), 4 au Japon et 4 aux Etats-Unis, et 18 dans le reste du monde. Vers la fin de ce siècle, près de 600 centrales nucléaires seront donc en exploitation.

Le point sur cette question est fait ici par un professionnel, sur la base de chiffres vérifiables. Ces derniers confirment la relation bien connue entre l'activité économique et la demande d'énergie électrique - que l'on produit de la façon la plus avantageuse possible. Ils reflètent des faits: peut-on les ignorer au moment où l'on vient d'apprendre que la consommation d'énergie électrique dans notre pays a augmenté de nouveau de quelque 3% l'an dernier?

Le degré de pénétration de l'énergie électrique produite sur base nucléaire varie fortement d'un pays à l'autre. Il est plus fort dans les Etats qui ne disposent pas de ressources en pétrole. Ainsi en France, plus de 70% de l'électricité sont produits par les centrales nucléaires. Ce pourcentage est très élevé aussi en Belgique, en Suède, à Taïwan, en Corée, en Suisse et en Finlande. Il est important - c'est-à-dire de l'ordre de 30% - dans d'autres pays pauvres en matières premières, tels la Bulgarie, la République fédérale allemande, le Japon, l'Espagne et la Tchécoslovaquie. Il est voisin de 15% dans de nombreux pays, parmi lesquels se trouvent pourtant de gros producteurs d'énergie fossile ou hydraulique: les Etats-Unis, le Canada, la Grande-Bretagne, l'Union soviétique. La part du courant nucléaire dans la Communauté européenne dépasse, pour son ensemble, 30%, et celle du globe dépasse 15%. On peut enfin souligner l'énorme effort d'un petit Etat qui veut se libérer de la dépendance économique du pétrole et assainir la qualité de son air: la Bulgarie, qui va porter son parc nucléaire de 4000 à 8000 MWe avant la fin de ce siècle. A ce moment-là, plus de 50% de l'énergie *totale* produite dans ce pays seront d'origine nucléaire!

Une part appréciable de la demande de chauffage et d'eau chaude à basse température pourrait être facilement couverte au moyen de réseaux de chauffage urbain établis aux alentours des centrales nucléaires, dans un rayon de 40 à 50 km environ. Chaque centrale nucléaire peut fournir une bonne part de puissance sous cette forme, sans transformations majeures, et sans réduire de façon notable sa production électrique. Ce procédé est donc très économique, écologique et rationnel. Il permet en effet de réduire avantageusement l'énergie perdue, qui sinon se dissipe dans la rivière ou dans les tours de refroidissement. Un tel chauffage à distance est utilisé en Suisse au voisinage de la centrale de Beznau, où plus de 1000 raccordements sont déjà réalisés; une extension est envisagée en direction de Zurich. Les villes d'Aarau et d'Olten pourraient être

<sup>1</sup> 1 MWe = 1000 kWe  $\approx$  la puissance de 1000 plaques de cuisson

1 GWe = 1000 MWe = 1 million de kWe (puissance d'une centrale)

1 GWhe = 1000 MWhe = 1 million de kWhe  
1 TWh = 1000 GWhe = 1 million de MWhe = 1 milliard de kWhe.



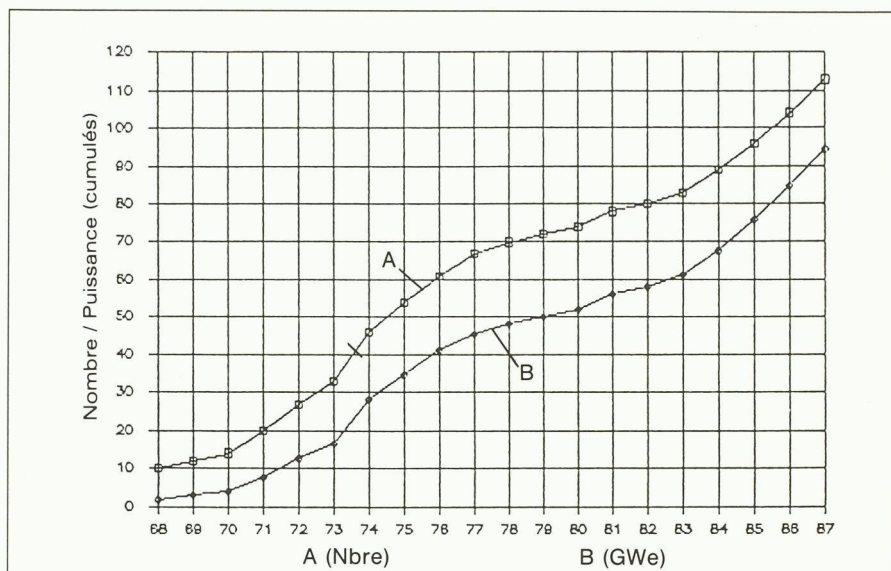


Fig. 1. - Evolution du nombre et de la puissance nette des centrales nucléaires en service aux Etats-Unis de 1968 à 1987.

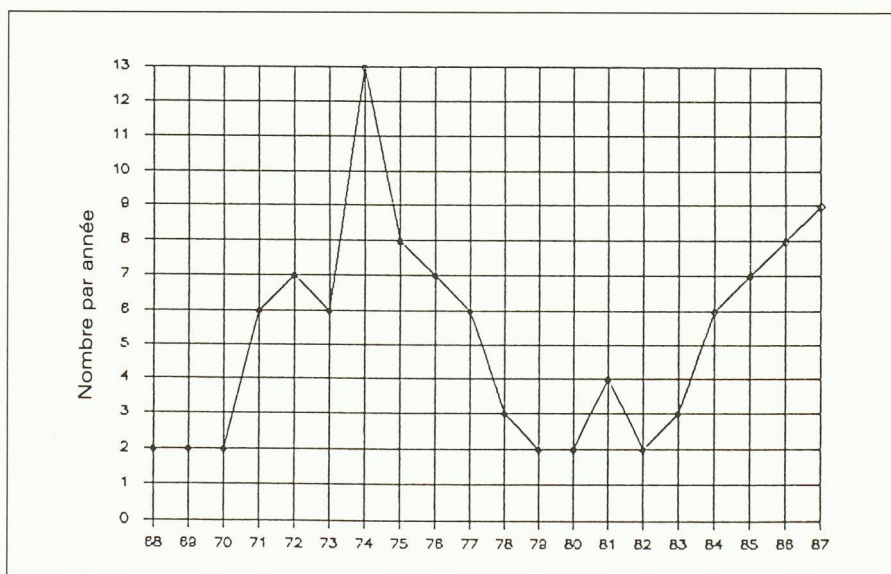


Fig. 2. - Variation du nombre annuel de mises en service de centrales nucléaires aux Etats-Unis de 1968 à 1987.

chauffées à partir de Gösgen. Les projets de Kaiseraugst et de Verbois prévoyaient la possibilité de chauffer la presque totalité des villes de Bâle et de Genève et leurs cités satellites. Examinons maintenant le rythme des mises en service des centrales nucléaires aux Etats-Unis dans le courant de ces dernières années. La figure 1 représente le nombre ainsi que la puissance nette du parc, tels qu'ils ont évolué au cours des vingt dernières années. La figure 2 représente la variation du nombre des mises en service pour chacune des années de cette même période. Il ressort clairement de ces graphiques qu'ils ne donnent pas l'image d'un ralentissement. Le terme « mise en service » peut être interprété de diverses façons. Ici, nous n'avons pas considéré la date de la première divergence, ni celle de l'octroi du permis de montée en puissance ou de la première fourniture d'électricité.

Nous avons retenu l'année au cours de laquelle la centrale a commencé à fournir régulièrement une quantité appréciable d'énergie, rapportée dans les statistiques mensuelles de divers organismes, et cela sans trop nous préoccuper de la situation administrative de la centrale. Il ne nous paraît pas important de savoir si l'exploitation dite « commerciale » a bien été officiellement déclarée; de savoir si l'autorisation de pleine puissance a été octroyée ou non: certaines centrales ont fonctionné aux Etats-Unis durant des mois, voire des années, avant que ces étapes administratives soient véritablement atteintes ou franchies. C'est pourquoi, entre diverses statistiques, de petites différences peuvent apparaître, mais elles s'annulent lorsqu'on présente des résultats cumulés. On peut déduire de la figure 2, qui représente le nombre des mises en service par année, l'évolution suivante :

- un net démarrage au début des années septante;
- une accélération importante en 1974, conséquence directe de la première crise du pétrole de 1973;
- un ralentissement les années suivantes, dû à la remise en service d'anciennes centrales au charbon et à d'autres mesures destinées à atténuer les effets de la montée du coût du fuel;
- une stagnation dans les années 1979-1980, due aux retombées de l'accident de Harrisburg (28 mars 1979), masquant les effets de la deuxième montée abrupte des prix du pétrole;
- une nette et forte reprise depuis 1982, due en premier lieu à la reprise conjoncturelle aux Etats-Unis.

Parallèlement, la puissance unitaire des centrales a augmenté au cours de ces années. Elle était de l'ordre de 500 MWe en 1968, pour passer à 900 MWe vers 1978; elle se stabilise actuellement au voisinage de 1100 MWe par tranche. Cette évolution apparaît sur la figure 1. Avant le démarrage réel du nucléaire aux Etats-Unis, en 1970, la puissance moyenne des centrales était faible: environ 250 MWe. Quelques centrales de cette époque, surtout celles de petite taille, ont d'ailleurs été arrêtées, car elles étaient peu rentables. Le nombre des centrales aujourd'hui en exploitation est donc inférieur à celui des mises en service cumulées (fig. 1, courbe supérieure A), mais la puissance installée n'a pas varié de façon notable pour autant: la courbe inférieure B de la figure 1 reste pratiquement inchangée.

Ainsi, et contrairement à ce que l'on peut lire ou entendre, on ne constate aucun arrêt du nucléaire aux Etats-Unis, mais plutôt un développement soutenu et rapide. Rappelons tout de même que les Etats-Unis ont produit jusqu'ici 4340 TWh de l'électricité nucléaire, c'est-à-dire 38% de la production mondiale. Il est vrai qu'aucune nouvelle commande n'a été passée depuis fort longtemps. L'implantation de nouvelles centrales nucléaires stagne aux Etats-Unis, à cause des procédures sur l'amortissement des investissements, et cela malgré le fait que l'électricité d'origine nucléaire y reste meilleur marché que celle issue du gaz, du mazout et même, dans certaines régions, du charbon. Il existe encore un certain nombre de centrales nucléaires en construction, qui satisferont pour plusieurs années la demande croissante d'électricité. En plus, des Etats du nord des Etats-Unis ont passé des contrats importants d'achat d'électricité d'origine canadienne - comme certains Etats européens l'ont fait avec la France. L'énergie nucléaire est actuellement, et elle le restera dans l'avenir, un atout



majeur pour la sauvegarde de la qualité de l'air. Elle représente aussi une chance pour le maintien de l'emploi. Les pays qui le comprennent - et nous avons vu qu'il en existe plusieurs, surtout à l'Est et en Orient - en tireront profit les premiers. Pour les autres nations, on ne peut que leur souhaiter de réussir à éviter la pollution, mais

aussi un marasme économique tel qu'un redressement ne soit pratiquement plus possible. Rien n'indique que les Etats-Unis se mettent, eux, dans une telle posture. Un sondage réalisé à la fin de 1987 indique en effet que 77% des Américains estiment que l'énergie nucléaire jouera un rôle important dans leur avenir énergétique. Pour

quelles raisons en serait-il autrement en Helvétie ?

Adresse de l'auteur :

Jean-Paul Buclin  
Ingénieur électricien EPFZ  
16, route de Sermotier  
1095 Lutry

## Actualité

### Important succès dans la recherche sur la fusion thermonucléaire

Pour que la fusion thermonucléaire fournisse plus d'énergie qu'elle n'en consomme pour entretenir la réaction, de très hautes températures de l'ordre de 100 millions de degrés (10-20 keV) sont notamment nécessaires. Le facteur le plus important empêchant d'atteindre ces températures est la perte d'énergie du plasma par rayonnement des électrons aux abords des ions et le passage d'un niveau énergétique à l'autre dans les ions. Ces rayonnements dépendent essentiellement du nombre atomique des impuretés dans le plasma, le  $Z$  familier aux chimistes et représentant le nombre d'électrons de l'atome neutre. Ces impuretés sont arrachées à la première paroi en acier, l'enceinte, entourant le plasma. Depuis plusieurs années, on emploie des tuiles protectrices en graphite ( $Z=6$ ) comme revêtement de l'enceinte, pour diminuer ce rayonnement. Depuis une dizaine d'années, l'EIR<sup>1</sup> a entrepris des recherches en collabora-

tion avec l'Institut de chimie anorganique de l'Université de Zurich en vue d'employer du bore ( $Z=5$ ) afin de réduire encore plus les pertes. Récemment, ces recherches ont abouti au dépôt d'une fine couche composée pour moitié de bore et de carbone sur la surface interne du tokamak *TEXTOR* de Jülich, en RFA. Les résultats positifs espérés ne se sont pas fait attendre : une réduction de moitié des pertes par rayonnement a été observée, accompagnée d'un *doublément de la température du plasma*, ce qui rapproche considérablement les chercheurs du but visé. Tout porte à croire que cet effet pourra aussi être obtenu sur d'autres machines et tokamaks existants ou à construire.

Jean-François Jaeger,  
Dr, ing., PSI

<sup>1</sup> Institut fédéral de recherches en matière de réacteurs, aujourd'hui PSI.

### Démantèlement des entrepôts chimiques : danger pour l'approvisionnement du pays ?

La vague de démantèlement des entrepôts chimiques qui a fait suite à l'incendie de Schweizerhalle, le 1<sup>er</sup> novembre 1986, pourrait entraîner un risque pour l'approvisionnement de notre pays. Il s'agit de trouver un juste équilibre entre les impératifs de la protection de l'environnement et ceux de l'approvisionnement du pays en produits chimiques indispensables, c'est-à-dire le maintien de réserves minimales.

Depuis l'incendie de Schweizerhalle, on entend dire un peu partout que le meilleur entrepôt est celui qui n'existe plus. Cette remarque n'est certes pas dénuée de tout bon sens dans la mesure où il s'agit de réduire au minimum les risques pour l'environnement. D'où la compréhension que l'on

peut avoir a priori pour les ordonnances édictées dans ce sens par les autorités. Les recommandations et mesures en vue de démanteler les stocks ont toutefois pour résultat que, dans certains domaines, le maintien de réserves de produits de première nécessité pour notre marché intérieur pourrait se trouver menacé. En effet, la garantie d'un approvisionnement suffisant du pays ne porte pas uniquement sur des denrées alimentaires de toutes sortes, mais également sur des produits chimiques nécessaires à cet approvisionnement en périodes de troubles touchant les importations.

En tant qu'organisation de branche, la Société suisse des industries chimiques (SSIC) a clairement fait valoir la nécessité de maintenir - dans des con-

ditions de sécurité optimales, cela va sans dire - des réserves suffisantes en substances dont notre pays ne peut se passer. A cet effet, la SSIC souhaite qu'une collaboration constructive s'instaure entre les autorités compétentes et l'industrie.

(Infochimie)

### L'avenir de notre sol

Du 27 au 29 janvier dernier ont eu lieu, à Yverdon-les-Bains, les journées REMO consacrées, comme leur nom l'indique, à la réforme de la mensuration officielle.

#### Objectifs de la REMO

La Direction fédérale des mensurations cadastrales, rattachée au Département fédéral de justice et police (DFJP), soumet un projet de réforme du système de mensuration officielle en procédure de consultation. Ce projet, sur lequel la Confédération, les services concernés des cantons, les communes et les associations professionnelles ont actuellement l'occasion de se prononcer, est le rapport final d'un groupe de travail mis sur pied à cet effet en 1982 par le DFJP.

Le rapport, intitulé « L'avenir de notre sol », a pour but de présenter aux milieux intéressés les possibilités de récolter et de diffuser toutes les informations relatives au sol, et de leur expliquer les raisons qui ont rendu cette réforme nécessaire. Il présente aussi les moyens permettant de réaliser une telle modernisation du cadastre de notre pays.

Depuis l'introduction du Code civil suisse, les exigences auxquelles doit satisfaire la mensuration officielle ont fortement augmenté. Si, à l'origine, la mensuration cadastrale servait en premier lieu à l'introduction du Registre foncier fédéral, elle tend à devenir la base de mesures de planification et de développement (aménagement du territoire, travaux publics, protection de l'environnement, transports, réseaux de canalisations diverses, etc.).