

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 89 (1963)  
**Heft:** 12

**Artikel:** Les turbines et les pompes de la centrale de Vianden: considérations sur le choix de leurs caractéristiques  
**Autor:** Greindl, D.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-66340>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 12.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

paraissant tous les 15 jours

## ORGANE OFFICIEL

de la Société suisse des ingénieurs et des architectes  
de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes (S.V.I.A.)  
de la Section genevoise de la S.I.A.  
de l'Association des anciens élèves de l'EPUL (Ecole polytechnique  
de l'Université de Lausanne)  
et des Groupes romands des anciens élèves de l'E.P.F. (Ecole  
polytechnique fédérale de Zurich)

## COMITÉ DE PATRONAGE

Président: † J. Calame, ing. à Genève  
Vice-président: E. d'Okolski, arch. à Lausanne  
Secrétaire: S. Rieben, ing. à Genève  
Membres:  
Fribourg: H. Gicot, ing.; M. Waeber, arch.  
Genève: G. Bovet, ing.; Cl. Groscurin, arch.; E. Martin, arch.;  
J.-C. Ott, ing.  
Neuchâtel: J. Béguin, arch.; R. Guye, ing.  
Valais: G. de Kalbermatten, ing.; D. Burgener, arch.  
Vaud: A. Chevalley, ing.; A. Gardel, ing.;  
M. Renaud, ing.; J.-P. Vouga, arch.

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

de la Société anonyme du « Bulletin technique »  
Président: D. Bonnard, ing.  
Membres: Ed. Bourquin, ing.; G. Bovet, ing.; M. Bridel; J. Favre,  
arch.; A. Robert, ing.; J.-P. Stucky, ing.  
Adresse: Avenue de la Gare 10, Lausanne

## RÉDACTION

D. Bonnard, E. Schnitzler, S. Rieben, ingénieurs; M. Bevilacqua,  
architecte  
Rédaction et Editions de la S. A. du « Bulletin technique »  
Tirés à part, renseignements  
Avenue de Cour 27, Lausanne

## ABONNEMENTS

|                          |        |          |          |          |
|--------------------------|--------|----------|----------|----------|
| 1 an . . . . .           | Suisse | Fr. 34.— | Etranger | Fr. 38.— |
| Sociétaires . . . . .    | »      | » 28.—   | »        | » 34.—   |
| Prix du numéro . . . . . | »      | » 1.60   |          |          |

Chèques postaux: « Bulletin technique de la Suisse romande »,  
N° II 57 75, Lausanne

Adresser toutes communications concernant abonnement, vente au  
numéro, changement d'adresse, expédition, etc., à: Imprimerie  
La Concorde, Terreaux 29, Lausanne

## ANNONCES

Tarif des annonces:

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| 1/1 page . . . . . | Fr. 350.— |
| 1/2 » . . . . .    | » 180.—   |
| 1/4 » . . . . .    | » 93.—    |
| 1/8 » . . . . .    | » 46.—    |

Adresse: Annonces Suisses S. A.  
Place Bel-Air 2. Tél. (021) 22 33 26. Lausanne et succursales



## SOMMAIRE

Les turbines et les pompes de la centrale de Vianden, par D. Greindl, ing. EPUL, SIA.  
Bibliographie. — Les congrès. — Société suisse des ingénieurs et des architectes.  
Documentation générale. — Nouveautés, informations diverses.

## LES TURBINES ET LES POMPES DE LA CENTRALE DE VIANDEN

### Considérations sur le choix de leurs caractéristiques

par D. GREINDL, Ing. EPUL, SIA, ing. chef de service à la Société de Traction et d'Electricité à Bruxelles<sup>1</sup>

### Prologue

Ces quelques lignes sont dédiées à M. le professeur Stucky, sous la conduite duquel l'auteur s'est initié aux techniques de l'hydro-électricité.

Puissent-elles être, en même temps qu'une introduction à un aspect relativement moins connu de ces techniques, un hommage et un témoignage de reconnaissance des Anciens de l'Ecole polytechnique de Lausanne établis en Belgique aux éminentes qualités d'un homme qui, outre son apport personnel important aux développements des principaux ouvrages hydro-électriques, a voulu, geste rare, faire bénéficier de son expérience totale plusieurs générations d'étudiants.

Par la création des centrales d'accumulation d'énergie par pompage, les techniques de construction des aménagements hydro-électriques trouvent un nouveau et vaste champ d'application.

<sup>1</sup> Cette étude est tirée du Recueil de travaux offert au professeur A. Stucky, en hommage de reconnaissance, sur l'initiative de l'Association amicale des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de Lausanne, le 27 octobre 1962, l'année de son 70<sup>e</sup> anniversaire.

La construction de la Centrale de Vianden, qui s'est faite sous le signe d'une large collaboration internationale à laquelle l'auteur a pu participer, est un exemple du fruit de l'enseignement de l'Ecole polytechnique de Lausanne, même dans une discipline d'intérêt à première vue aussi spécifiquement régional que l'étude des aménagements hydro-électriques.

### 1. Introduction

Rôle des centrales d'accumulation d'énergie par pompage du type de Vianden — Caractéristiques de leur équipement.

Dans la vallée de l'Our, petite rivière descendant de l'Eifel, aux confins de l'Allemagne et du Grand Duché de Luxembourg, s'active actuellement le chantier de construction d'une centrale hydro-électrique qui, avec sa puissance installée de plus de 1 000 000 kVA, sera la plus puissante d'Europe occidentale. Il est à première

vue surprenant de trouver ce chantier au cœur d'un vieux massif montagneux presque entièrement érodé et pauvre en ressources hydrauliques. Le paradoxe n'est qu'apparent, car il s'agit d'un aménagement d'accumulation d'énergie par pompage, ne constituant pas une source propre d'énergie (fig. 1). Il n'est donc pas indispensable à la production d'énergie, mais sa construction se justifie par le rôle de « volant énergétique » qu'il remplit.

Des aménagements de ce type ont été construits à grande échelle depuis quelques décennies en Allemagne surtout où la puissance génératrice des centrales de pompage dépassera bientôt 3000 MW et plus récemment dans d'autres pays encore. Ils répondent aux impératifs d'adapter en permanence et le plus économiquement possible la production d'énergie électrique à la consommation et d'assurer la continuité du service. Dans les pays disposant de réservoirs d'accumulation saisonniers importants comme la Suisse ou la France, il est possible de répondre à ces impératifs par l'utilisation judicieuse des centrales dépendant de ces accumulations. Lorsque, par contre, la production d'énergie est essentiellement de source thermique, le respect de ces impératifs se heurte à certains inconvénients inhérents aux centrales à vapeur, à savoir : baisse de rendement lors du fonctionnement en dehors du régime nominal des groupes, mise en service relativement lente et tensions thermiques indésirables en différents points des installations lors de modifications de charge trop rapides.

Les centrales d'accumulation d'énergie par pompage permettent de parer à ces inconvénients,

- a) en absorbant les surplus d'énergie disponibles à certaines heures dans le réseau, pour les restituer aux moments de plus forte charge (fig. 2). Le coefficient d'utilisation des unités thermiques s'en trouve amélioré, ce qui élève le rendement de l'ensemble des installations de production ;
- b) en profitant de la souplesse de marche propre aux machines hydrauliques pour les asservir au réglage fréquence-puissance du réseau. Le réglage de la fréquence s'en trouve simplifié, tandis que l'on évite aux chaudières et turbines à vapeur les sollicitations défavorables résultant de variations de charge trop rapides (fig. 3) ;
- c) en utilisant la puissance motrice et surtout génératrice de ces centrales comme réserve disponible dans les plus brefs délais pour parer aux conséquences d'une disjonction dans le réseau, que ce soit du côté de la production ou de la consommation.

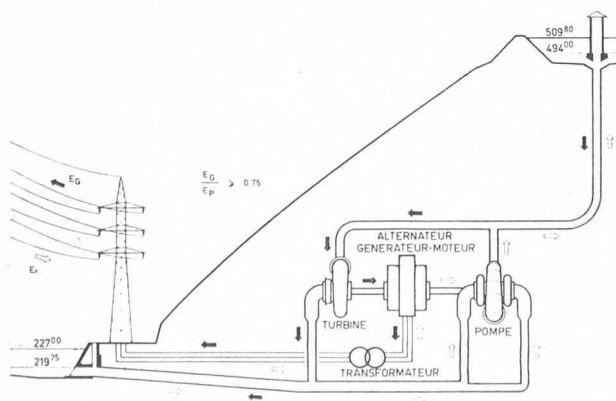


Fig. 1. — Principe de fonctionnement de l'aménagement. L'énergie disponible à certaines heures est utilisée pour pomper de l'eau dans le bassin supérieur. Aux moments voulus, l'énergie est restituée par les turbines.

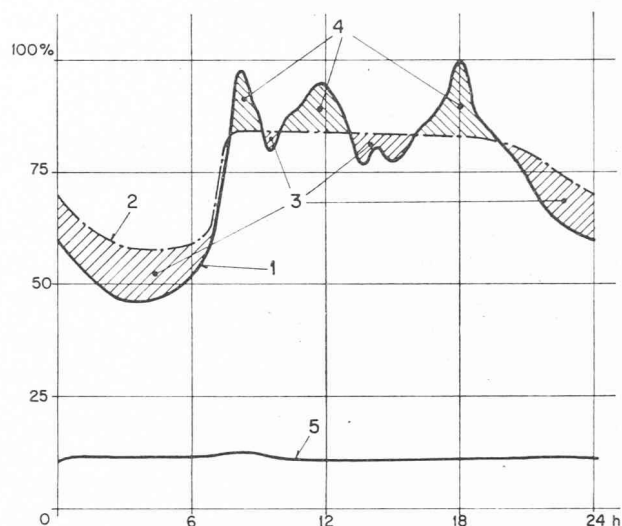


Fig. 2. — Courbe de charge d'un réseau pendant un jour d'hiver.

1. Courbe de charge.
2. Charge des centrales de base.
3. Energie de pompage.
4. Energie de pointe.
5. Charge des centrales au fil de l'eau.

Ce bref aperçu des fonctions des aménagements d'accumulation d'énergie par pompage fait ressortir trois caractéristiques essentielles pour le choix des machines équipant une centrale comme celle de Vianden, à savoir :

- recherche du meilleur rendement. Il est déterminant pour la rentabilité de l'aménagement que la double transformation d'énergie dont il est le siège se fasse avec le minimum de pertes. A Vianden, le rapport moyen entre l'énergie produite et l'énergie absorbée mesuré au départ de la ligne haute tension sera de 75 % environ. Ce rapport pourra atteindre 77 % dans les meilleures conditions ;
- grande souplesse de marche. La centrale de Vianden mettra sous peu à la disposition du réseau de la Rheinisch-Westfälisches-Elektrizitätswerk une puissance de

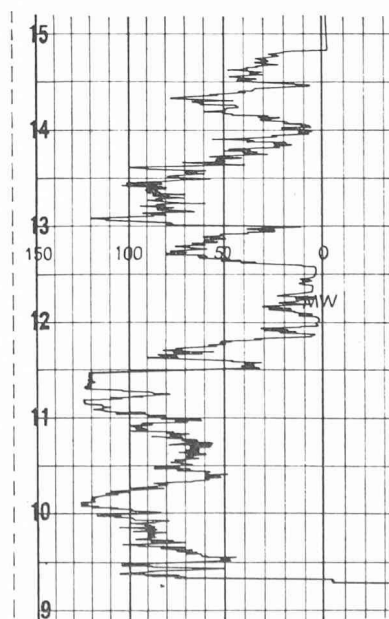


Fig. 3. — Exemple de courbe de charge d'une centrale asservie à un réglage fréquence-puissance. (Diagramme relevé à la centrale de Herdecke de la RWE.)

réglage de 1600 MW (+ 900 à — 700 MW), pouvant être mise en jeu en l'espace de quelques minutes seulement ;

- grande sécurité de service. Dans la conception des ouvrages et équipements, la préférence a été donnée aux solutions présentant le minimum de risques d'immobilisation totale ou partielle : barrage-poids, puits entièrement blindés, vannes avec étanchéité de secours, circuits auxiliaires (eau, air, basse tension) doubles, etc.

La figure 4 donne la disposition générale de l'aménagement et la figure 5 celle des ouvrages souterrains.

## 2. Les groupes principaux

*Caractéristiques de fonctionnement — Couplage de la pompe — Changements de marche*

La figure 6 donne la coupe en long de l'un des neuf groupes dont sera équipée la centrale et dont les caractéristiques sont résumées dans le tableau ci-dessous :

|                               | Turbines                    | Pompes                                     | Alternateurs                                                               |
|-------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Chute nominale, tension       | 270,2 m                     | 280,0 m                                    | 13,8 kV                                                                    |
| Débit normal                  | 38,5 m <sup>3</sup> /sec    | 21,8 m <sup>3</sup> /sec                   | —                                                                          |
| Puissance nominale            | 122 400 CV                  | 91 700 CV                                  | 103,5 MW<br>cos $\varnothing$ = 0,9<br>90,2 MW<br>cos $\varnothing$ = 0,82 |
| Puissance à rendement maximum | 100 000 CV                  | —                                          | —                                                                          |
| Surpuissance maximum          | 142 200 CV<br>(H = 287,8 m) | 107 000 CV<br>(H = 267,5 m<br>$f$ = 52 Hz) | —                                                                          |
| Vitesse                       | 428,6 t/min                 | 428,6 t/min                                | 428,6 t/min                                                                |
| Vitesse d'emballement         | 750 tours/min               | —                                          | 750 tours/min                                                              |
| Vitesse maximum en dévirage   | —                           | 530 tours/min                              | —                                                                          |

(Les turbines et les pompes sont fournies par les firmes Escher Wyss, Neyrpic et Voith, les alternateurs par ACEC, AEG et Siemens.)

Bien que la technique actuelle eût permis d'envisager l'utilisation de machines réversibles fonctionnant soit en turbines, soit en pompe, les groupes de la Centrale de Vianden sont équipés de turbines et de pompes distinctes. Cette solution, dont l'encombrement et le coût sont évidemment plus élevés, est cependant celle qui répond le mieux aux impératifs que nous avons rappelés plus haut et au rapport entre les durées et puissances de fonctionnement respectives en turbine ou en pompe dictées par les conditions d'exploitation du réseau.

En effet, le tracé d'une turbine pompe pour une chute de travail de l'ordre de 275 m résulterait nécessairement d'un compromis entre les caractéristiques propres à chacun des genres de fonctionnement avec comme conséquence un rendement global moins favorable. On peut s'en rendre compte en comparant les caractéristiques des groupes principaux à celles des deux groupes auxiliaires turbines-pompes dont nous parlons ci-après, en tenant compte évidemment des dimensions respectives.

Par ailleurs, la solution avec turbines et pompes dis-

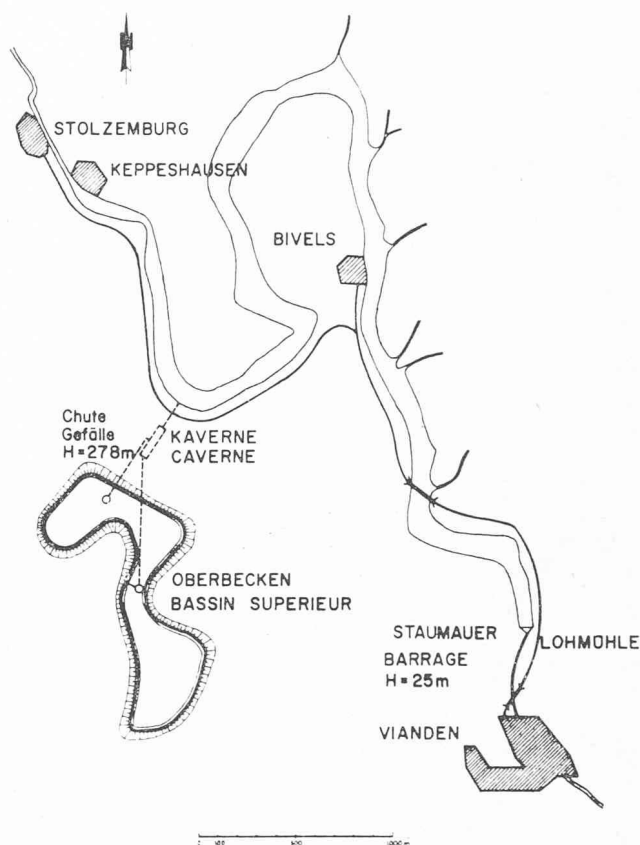


Fig. 4. — Disposition générale de l'aménagement.

tingentes autorise le passage d'un fonctionnement à l'autre dans le minimum de temps (voir figure 9 ci-après), ce qui est essentiel pour la souplesse d'exploitation recherchée. Dans le cas d'un groupe turbine-pompe, il faut inverser le sens de marche et l'accélération de la machine en service pompe pose de sérieux problèmes. Alors que pour des groupes réversibles de forte puissance, le passage de la marche en turbine à la marche en pompe demande facilement jusqu'à dix minutes et plus, à Vianden cette opération n'en demande pas deux. C'est cette souplesse qui permet de tirer parti de délestages importants mais de courte durée tels qu'il s'en produit dans le réseau allemand aux heures de pause dans les usines par exemple (9 h, 13 h, voir fig. 2).

Enfin, les caractéristiques de fonctionnement des turbines-pompes Francis sont telles que le rapport entre la puissance produite en turbine et la puissance absorbée en pompe est en général inférieur à l'unité.

Dans les conditions actuelles d'exploitation du réseau de la Rheinisch-Westfälisches-Elektrizitätswerk, la valorisation de l'énergie impose de pomper pendant 8 heures et de réutiliser l'énergie accumulée en 4 1/2 heures environ, ce qui serait impossible avec des machines absorbant en service pompe une puissance supérieure ou égale à celle produite en turbine.

Comme le montre la figure 6, les pompes sont à double flux et deux étages, ce qui donne une vitesse spécifique par roue  $n_s = 127$  réalisant le compromis optimum entre les paramètres vitesse, rendement et hauteur d'aspiration qui, économiquement parlant, doivent tous trois tendre vers une valeur aussi élevée que possible. L'abaque reproduite à la figure 7 — établie par la firme

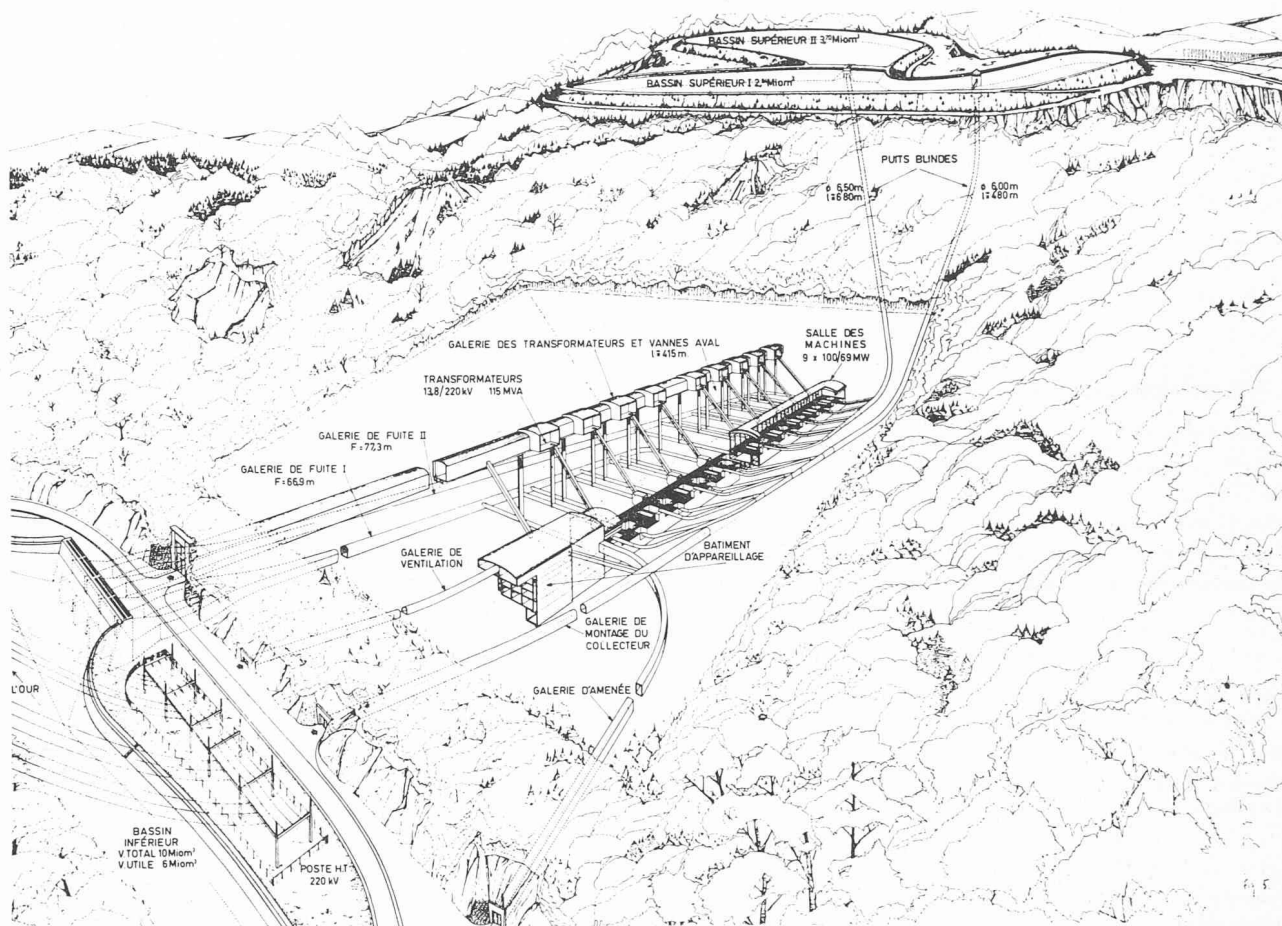


Fig. 5. — Vue perspective schématique des ouvrages souterrains.

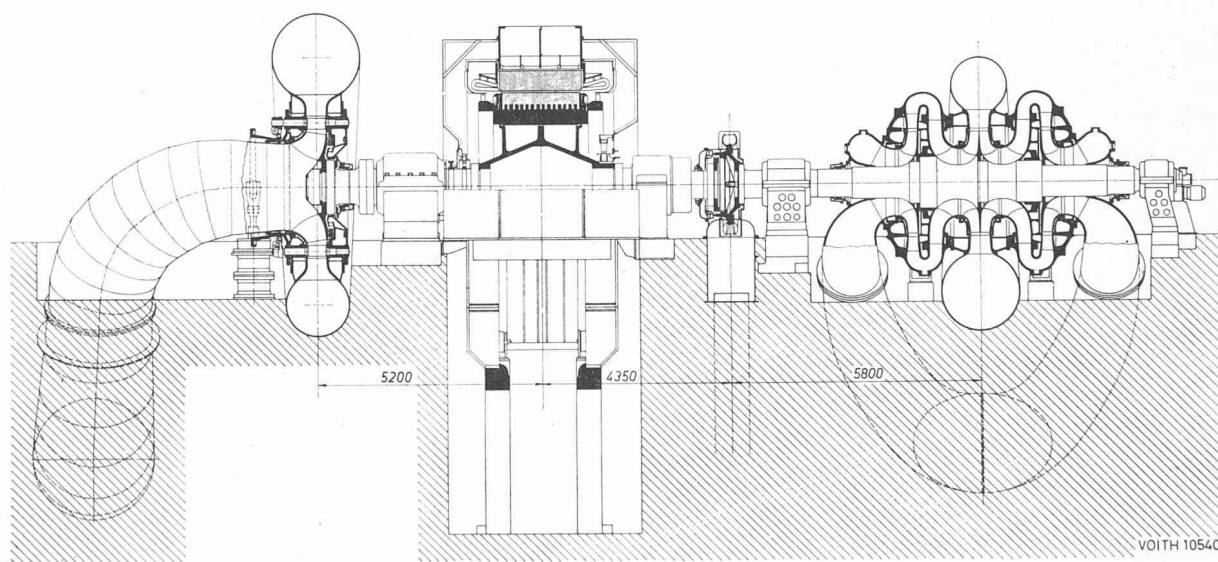


Fig. 6. — Coupe en long d'un groupe.

Voith — montre, en effet, que la hauteur d'aspiration diminue rapidement et devient même négative avec l'augmentation de la vitesse spécifique. Mais par ailleurs, l'obtention d'un bon rendement demande une vitesse spécifique suffisante. Selon les auteurs, la limite inférieure se situe vers  $n_s = 60$  à  $80$  ; pour  $n_s = 100$ , le rendement peut s'améliorer de  $1\%$  environ et l'on peut gagner encore  $1$  à  $2\%$  pour  $n_s = 130$  ; dans les pompes à plusieurs étages, l'inversion de l'écoulement

entre la sortie d'une roue et l'entrée dans la suivante devient cependant très difficile à réaliser au-delà de cette limite.

Dans le cas qui nous occupe, la contre-pression minimum à l'entrée des pompes comptée par rapport à leur axe est de  $12\text{ m}$  ; la Centrale se trouve ainsi entièrement sous le niveau aval maximum, comme l'indique la figure 8. Cette solution a pu être adoptée sans difficultés majeures vu qu'il s'agit d'une centrale souterraine



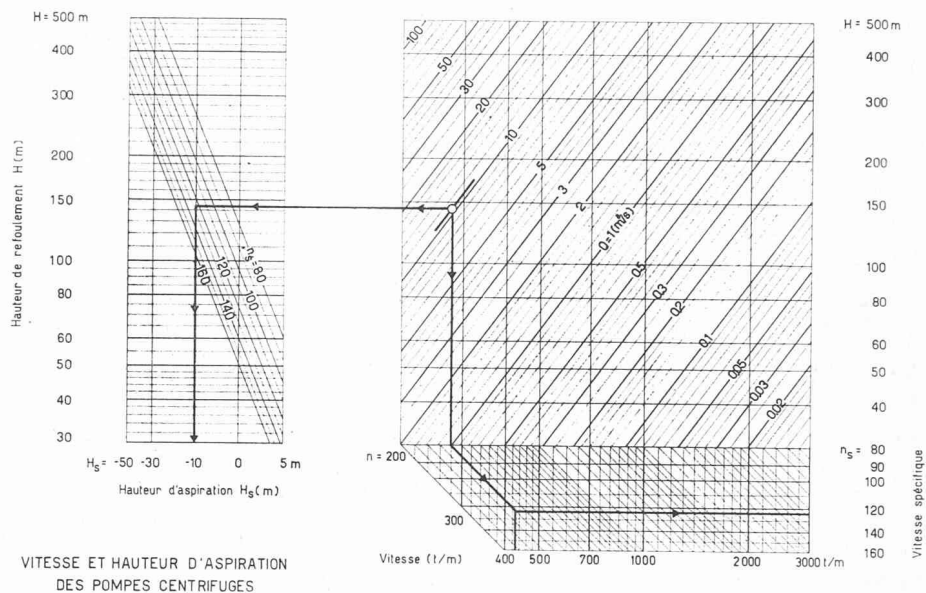


Fig. 7. — Abaque pour la détermination de la vitesse spécifique et de la hauteur d'aspiration des pompes.

reliée uniquement par des galeries aux ouvrages extérieurs. Des dispositions particulières ont cependant dû être prises pour assurer la sécurité du personnel et des installations.

Le choix de la vitesse des pompes doit évidemment également tenir compte des conditions de fonctionnement des turbines. Dans le cas présent, les turbines présentent à leur point de fonctionnement nominal une vitesse spécifique  $n_s = 136$ , valeur élevée pour une chute de 280 m, mais qui a pu être acceptée grâce à la contrepression aval importante.

En vue de donner à la Centrale de Vianden une souplesse et une sécurité d'exploitation aussi grande que possible, les groupes sont équipés de chaînes électrohydrauliques de commande et contrôle assurant une marche presque entièrement automatique. Sur simple manœuvre d'un sélecteur d'état de marche placé à la salle de commande, il est possible de faire passer les groupes de l'arrêt à la marche en générateur ou en

pompe ou inversement dans les temps indiqués à la figure 10. Les opérations successives données à la figure 9 sont verrouillées entre elles de façon à empêcher toute fausse manœuvre.

Le lancement de la pompe se fait indépendamment de celui de l'alternateur rigidement lié à la turbine. A cet effet, une turbine Pelton auxiliaire calée sur l'axe de la pompe accélère celle-ci après que les roues en aient été dénoyées par insufflation d'air comprimé pour diminuer le couple résistant. Ce dénoyage réduit la puissance absorbée par la pompe tournant à vide de plus de 40 000 CV à quelques milliers de CV seulement. Lorsque la pompe a atteint la vitesse de l'alternateur sous la conduite d'un régulateur propre, un accouplement à dents est engagé, la pompe à nouveau remplie et sa vanne ouverte. L'entraînement de la pompe en permanence avec l'alternateur conduirait à des pertes par frottement et ventilation élevées, ce qui n'est pas le cas pour la turbine qui ne comporte qu'une roue, d'ailleurs

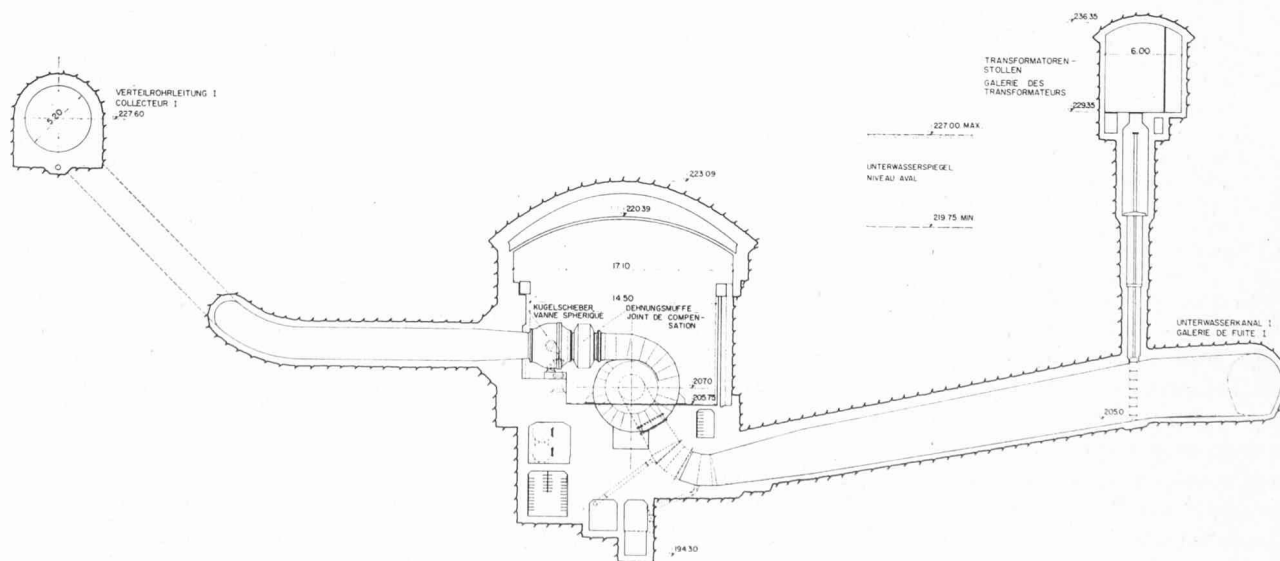


Fig. 8. — Coupe en travers de la centrale au droit d'une turbine.

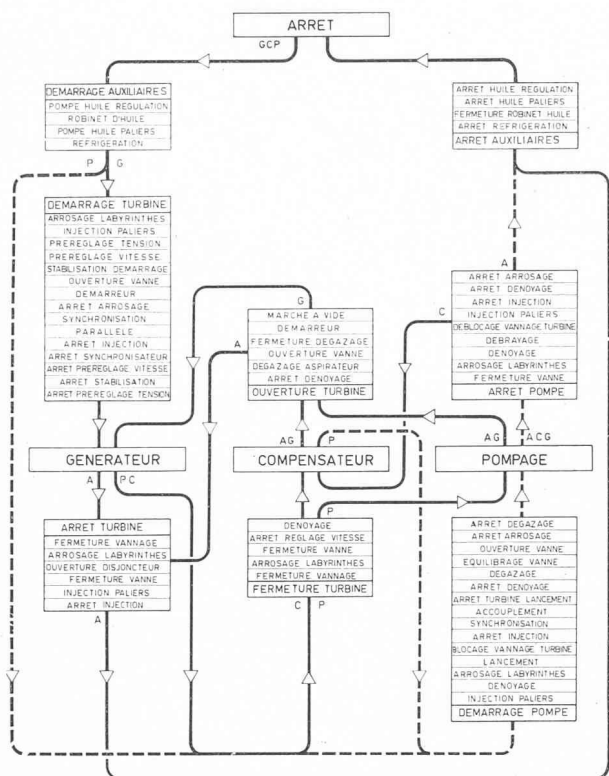


Fig. 9. — Séquence des opérations de changement d'état de marche d'un groupe.

- G Ordre de marche en générateur.
- C Ordre de marche en compensateur synchrone.
- P Ordre de marche en pompe.
- A Ordre d'arrêt (normal).

dénoyée lors de la marche en pompe ou en compensateur synchrone de telle sorte que la perte par ventilation n'excède pas 200 à 300 CV.

L'accélération de la pompe par turbine auxiliaire, système simple et robuste, a été retenu dans le cas présent de préférence à d'autres possibles tels que :

- l'accouplement à l'arrêt et l'accélération au moyen de la turbine principale. En effet, ce système, en principe très simple, est d'action beaucoup plus lente et est donc incompatible avec la souplesse de marche recherchée ;
- l'accélération par coupleur ou convertisseur de couple hydraulique. Ces appareils permettent l'accélération de la pompe en eau, donc sans dénoyage, dans des temps très brefs et avec réglage précis de la puissance absorbée ; mais, dans le cas présent, une installation de dénoyage étant de toute façon prévue pour la turbine, les pompes peuvent être dénoyées facilement et les gradients de charge du réseau au moment de la mise en eau des pompes ne présentent pas d'inconvénient majeur ; l'installation de convertisseurs de couples eût donc été moins économique que la solution retenue.

Les turbines sont équipées de vannes sphériques  $\varnothing$  2000, avec étanchéité normale par calotte mobile déchargeant l'obturateur et munies d'un joint de révision. Les quatre pompes installées en première étape sont encore munies de vannes pointeaux  $\varnothing$  1800 tandis que les cinq pompes installées en deuxième étape seront également munies de vannes sphériques ; il a été reconnu que ces vannes installées au refoulement des pompes peuvent y jouer le même rôle que les vannes pointeaux tout en étant plus économiques et présentant des pertes de charge moins élevées.

Les temps de manœuvre des vannes et des distributeurs des turbines sont réglés de façon à limiter à 30 % environ les surpressions dans les adductions amont et à 0,4 ata environ la pression minimum à la sortie des machines. Pour éviter la construction de chambres d'équilibre, on a été amené à tolérer des survitesses relativement élevées, 60 % et même plus en cas de décharge brusque.

### 3. Les groupes auxiliaires et l'installation d'exhaure

Malgré la présence de diverses sources extérieures d'alimentation des services auxiliaires électriques, on a jugé utile de prévoir l'installation de deux groupes générateurs auxiliaires de 1700 kW chacun dans la centrale elle-même. Ces machines sont particulièrement intéressantes, car, outre leur fonctionnement de générateur, elles sont également destinées, en fonctionnement inverse, au premier remplissage du puits blindé et du bassin supérieur.

Il s'agit donc de turbines pompes réversibles mono-étagées dont les caractéristiques principales sont les suivantes :

|                                  |                 |
|----------------------------------|-----------------|
| Chute nette en turbine . . . . . | 283,0 à 265,0 m |
| Puissance maximum . . . . .      | 1700 kW         |
| Rendement maximum . . . . .      | 83 %            |

|                                      |                 |
|--------------------------------------|-----------------|
| Chute de travail en pompe . . . . .  | 274,0 à 280,0 m |
| Puissance maximum absorbée . . . . . | 1700 kW         |
| Rendement maximum escompté . . . . . | 87 %            |

(Les turbines-pompes sont fournies par Voith et les alternateurs par BBC.)

La disposition verticale de ces machines, qui apparaît à la figure 11, a été retenue en vue de tirer le meilleur parti de l'emplacement disponible et est assez rare pour des groupes tournant à 3000 t/m.

Lors du début du premier remplissage des ouvrages amont, la hauteur de refoulement est nulle ou presque ; il s'est donc révélé nécessaire de prendre des dispositions spéciales pour éviter la surcharge des machines. A cet effet, les vannes sphériques de 300 mm de diamètre placées devant les groupes sont munies de by-pass pouvant fonctionner en destructeurs d'énergie au travers desquels le débit sera laminé jusqu'au moment où, la hauteur de refoulement étant suffisante, les vannes pourront être ouvertes et le plein débit atteint.

Dans le même local que les groupes auxiliaires se trouvent placées les pompes d'exhaure dont la fonction est extrêmement importante pour une centrale qui est entièrement située sous le niveau de la retenue aval. Outre la reprise des débits permanents d'eau de réfrigération et des infiltrations éventuelles, il incombe à ces pompes de reprendre les débits intermittents des turbines Pelton de lancement des pompes principales et des vidanges éventuelles. Trois de ces pompes sont entraînées par des turbines Pelton de 430 CV chacune, indépendantes des services auxiliaires électriques et évitant la surcharge de ceux-ci.

Les pompes du type semi-axial ont un débit de 750 l/sec, sous une hauteur de 36 m tandis que les turbines les entraînant ont un débit de 122 l/sec sous une chute de 300 m. Les caractéristiques respectives des turbines et pompes sont telles que malgré les variations de la chute motrice et de la hauteur de refoulement, la vitesse et le rendement varient peu. Les pompes d'exhaure ont été munies au refoulement de vannes à servo-

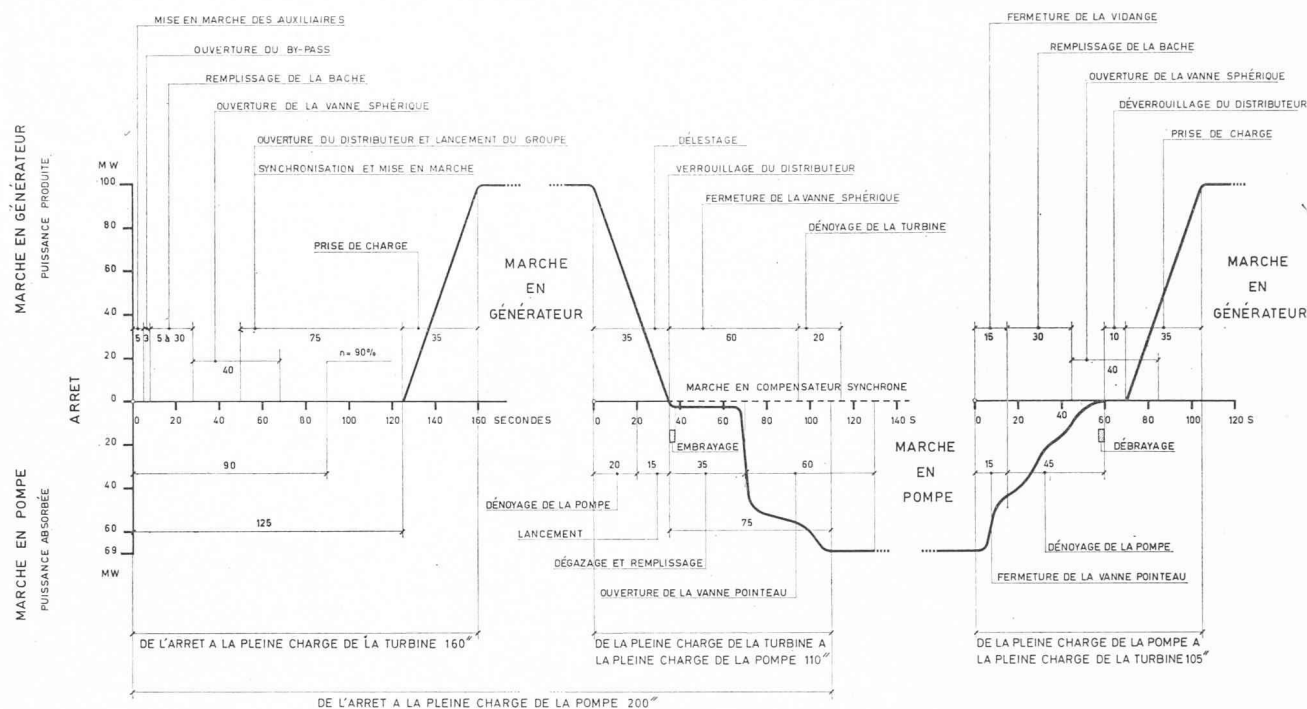


Fig. 10. — Diagramme des temps de manœuvre de changement d'état de marche.

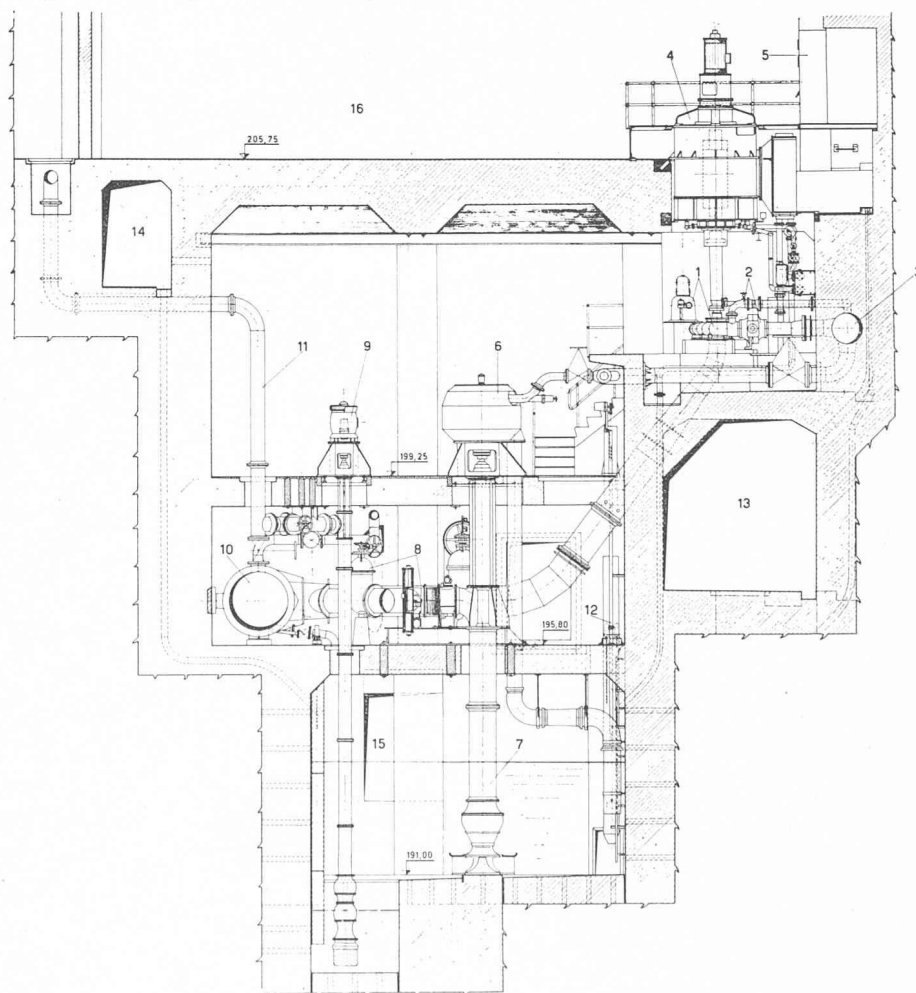


Fig. 11. — Groupes auxiliaires et pompes d'exhaure : vue en coupe de l'installation.

1. Turbine et régulateur.
2. Vanne sphérique et by-pass.
3. Collecteur amont relié aux deux puits blindés.
4. Alternateur-moteur.
5. Tableaux de commande.
- 6-7. Turbine Pelton et pompe d'exhaure.
8. Vanne et clapet à commande hydraulique.
9. Pompe de vidange.
10. Collecteur aval relié aux deux galeries de fuite.
11. Conduite de vidange vers la galerie des transformateurs.
12. Electrodes et flotteur pour le contrôle des niveaux et la commande des pompes d'exhaure.
- 13-14. Galeries à câbles.
15. Galerie de drainage.
16. Aire de montage au milieu de la centrale.



moteur dont l'ouverture, respectivement la fermeture automatiques ne peuvent se faire qu'après démarrage, respectivement avant arrêt des pompes. Les temps de manœuvre sont réglés de façon à éviter les risques de coup de bélier dans les conduites de refoulement relativement longues.

#### 4. Conclusion

Il est intéressant de constater qu'au moment où l'on commence à entrevoir l'épuisement du potentiel hydro-électrique des pays d'Europe occidentale, de nouvelles possibilités s'offrent aux techniques de l'hydro-électricité que l'avènement des centrales atomiques rendra

d'ailleurs encore plus actuelles. La voie reste donc ouverte à de nouveaux perfectionnements de ces techniques et ceci vaut, en particulier, pour les machines qui, plus encore que dans les aménagements classiques, ont un rôle primordial dans la rentabilité des centrales d'accumulation d'énergie par pompage.

La centrale est construite par la Société Electrique de l'Our, société luxembourgeoise dont fait partie la Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk. La coordination générale des études et travaux est assurée par la Société Générale pour l'Industrie, à Genève. Les études et la direction des travaux sont assurées par la Société Lahmeyer, à Francfort, et un groupement de bureaux belges, Sopade. La mise en service des groupes s'échelonne de l'automne 1962 au printemps 1964. Une extension de l'aménagement par l'installation d'un dixième groupe de forte puissance — éventuellement réversible — est envisagée.

## BIBLIOGRAPHIE

**Approaches to Thermonuclear Power**, par R. F. Saxe, édité par Temple Press Ltd, 1960. — Volume 14 × 21,5 cm, 65 pages, broché. Prix : 12 S. 6 d. net.

Ce livre traitant des diverses méthodes expérimentales pour produire de l'énergie par fusion thermonucléaire fait partie de la collection de monographies consacrées aux techniques de l'industrie nucléaire.

Les tentatives effectuées dans le but de produire de l'énergie au moyen de réactions thermonucléaires n'ont jamais été couronnées de succès malgré les efforts considérables des savants et ingénieurs de plusieurs pays.

Cette monographie examine divers avantages des futurs réacteurs thermonucléaires et une partie importante du volume est consacrée à rendre compte des résultats de diverses expériences entreprises en vue de leur réalisation ultérieure (effet de pincement linéaire, machine torique et machine miroir).

Les travaux scientifiques effectués dans ce domaine sont exposés brièvement et leurs résultats sont utilisés pour expliquer les méthodes de chauffage, de confinement et d'isolement des plasmas. Les instabilités des plasmas ainsi que les méthodes utilisées pour réduire leurs effets indésirables sont discutées.

Ce livre constitue une introduction et peut être abordé sans connaissance préalable du sujet par des physiciens, ingénieurs et techniciens.

Table des matières :

Aknowledgments.

Notation.

I. The Fusion Reactor ; II. Behaviour of Plasma at High Temperature ; III. The Linear Pinch ; IV. Toroidal Machines ; V. Mirror Machines ; VI. Résumé and Conclusions. Bibliography. — Index.

**Vorlesungen über theoretische Gasdynamik**, par J. Zierep. Verlag G. Braun, Karlsruhe. — Un volume 18 × 25 cm, 320 pages et 160 figures. Prix : relié toile, 42 DM.

L'étude de l'écoulement des fluides compressibles (dynamique des gaz) a pris de plus en plus d'importance au cours de ces dernières années et a contribué de manière décisive aux progrès réalisés dans les domaines d'application les plus variés. On peut dire que la dynamique des gaz qui représente la théorie la plus générale des écoulements trouve son application partout où apparaissent des problèmes d'écoulement. Ceci vaut en particulier pour certains problèmes de la construction de machines et pour l'aérodynamique, pour ne citer que deux exemples.

L'auteur est parvenu à présenter de manière systématique ce domaine particulièrement vaste en commençant par les écoulements les plus simples à une dimension. En étendant progressivement le nombre des variables, on arrive pas à pas à pénétrer les problèmes

qui se posent dans la pratique. Chaque fois, les méthodes de calcul les plus importantes sont établies et complétées par de nombreux exemples. Chaque chapitre contient des exercices avec leur solution.

Ce livre doit faciliter à l'étudiant l'accès à cet important domaine et viendra en aide à tous ceux qui doivent appliquer, dans la pratique, les théories modernes des écoulements.

**Engineered castings. How to use, make, design and buy them**, par Glenn J. Cook, Manager-Marketing, Foundry department, General Electric Company. London, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1961. — Un volume 16 × 24 cm, ix + 257 pages, figures. Prix : relié, 66 s.

Cet ouvrage, de caractère tout à la fois concret et didactique, répond à de nombreuses questions que soulèvent les problèmes pratiques de fonderie. Il a été rédigé à l'issue d'un cours donné à cinq cents ingénieurs et ouvriers spécialisés de la *General Electric Company*. Il comprend cinq parties :

Dans quelles conditions doit-on avoir recours à la fonderie. — Réalisation des travaux de fonderie. — Comment choisir le métal. — Comment projeter les travaux de fonderie. — Comment acheter des articles de fonderie.

Des schémas, tableaux et graphiques complètent l'exposé et constituent de précieux renseignements pour le praticien.

**Gas and air compression machinery**, par Lyman F. Scheel, ingénieur-conseil, et Alanson K. Hegeman. London, McGraw-Hill Book Company, Inc., 1961. — Un volume 16 × 24 cm, xx + 338 pages, figures. Prix : relié, 93 s.

Ce livre constitue un véritable guide de l'utilisation des machines pneumatiques modernes. Trois domaines sont traités :

- Principes fondamentaux de la statique et de la cinématique des gaz.
- Différents types de machines utilisées pour le mouvement des gaz.
- Principaux mécanismes utilisés dans les machines pneumatiques.

Tout en donnant aux bases théoriques la place qui leur revient, l'auteur porte son attention plus particulièrement sur les grandeurs réelles et présente quantités de renseignements numériques (caractéristiques, constantes et coefficients divers) qui sont de la plus grande utilité dans les applications. L'exposé, illustré de nombreuses figures et diagrammes, est d'ailleurs complété par des exemples concrets résolus en détail ainsi que par des problèmes, qui permettent au lecteur de se familiariser avec les sujets traités. Chaque chapitre se termine par une liste de références bibliographiques.

Sommaire :

1. Classification et terminologie des compresseurs. —
2. Rappels de thermodynamique. — 3. Travail de compression. — 4. Température de compression. — 5. Cylindrée