

# Quelques aspects du développement de l'interconnexion entre réseaux électriques en Suisse

Autor(en): **Cuénod, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **80 (1954)**

Heft 26

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-60733>

## **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.

# BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les quinze jours

**Abonnements :**  
Suisse : 1 an, 24 francs  
Etranger : 28 francs  
Pour sociétaires :  
Suisse : 1 an, 20 francs  
Etranger : 25 francs  
Prix du numéro : Fr. 1.40  
Ch. post. « Bulletin technique de la Suisse romande »  
N° II. 57 75, à Lausanne.  
**Expédition**  
Imprimerie « La Concorde »  
Terreaux 31 — Lausanne.  
**Rédaction**  
et éditions de la S. A. du  
Bulletin technique (tirés à  
part), Case Chauderon 475  
**Administration générale**  
Ch. de Rosneck 6 Lausanne

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des Anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

Comité de patronage — Président: R. Neeser, ingénieur, à Genève; Vice-président: G. Epitiaux, architecte, à Lausanne; Secrétaire: J. Calame, ingénieur, à Genève — Membres, Fribourg: MM. P. Joye, professeur; † E. Latelin, architecte — Vaud: MM. F. Chenaux, ingénieur; A. Chevalley, ingénieur; E. d'Okolski, architecte; Ch. Thévenaz, architecte — Genève: MM. † L. Archinard, ingénieur; Cl. Grosgurin, architecte; E. Martin, architecte — Neuchâtel: MM. J. Béguin, architecte; R. Guye, ingénieur — Valais: MM. J. Dubuis, ingénieur; Burgener, D. architecte.

Rédaction: D. Bonnard, ingénieur. Case postale Chauderon 475, Lausanne.

Conseil d'administration

de la Société anonyme du Bulletin technique: A. Stucky, ingénieur, président; M. Bridel; G. Epitiaux, architecte; R. Neeser, ingénieur.

## Tarif des annonces

1/1 page	Fr. 264.—
1/2 »	» 134.40
1/4 »	» 67.20
1/8 »	» 33.60

Annonces Suisses S. A.  
(ASSA)



Place Bel-Air 2. Tél. 22 33 26  
Lausanne et succursales

**SOMMAIRE :** *Quelques aspects du développement de l'interconnexion entre réseaux électriques en Suisse*, par MICHEL CUÉNOD, ingénieur à la Société générale pour l'Industrie, Genève. — *Concours restreint pour un nouveau bâtiment scolaire à Tavannes (Jura bernois)*. — Fédération des architectes suisses (F.A.S.) : *Litige F.A.S. - F.S.A.* — BIBLIOGRAPHIE. — SERVICE DE PLACEMENT. — DOCUMENTATION GÉNÉRALE. — NOUVEAUTÉS, INFORMATIONS DIVERSES.

Supplément : « Bulletin S. I. A. » n° 6.

## QUELQUES ASPECTS DU DÉVELOPPEMENT DE L'INTERCONNEXION ENTRE RÉSEAUX ÉLECTRIQUES EN SUISSE

par MICHEL CUÉNOD, ingénieur à la Société générale pour l'Industrie, Genève

*Sous l'impulsion en particulier de l'Union internationale des producteurs et des distributeurs d'électricité (UNIPÉDE), l'interconnexion entre réseaux électriques, tant à l'échelle nationale qu'internationale, a pris un grand essor cette dernière décennie. Qu'en est-il des réseaux suisses ? M. Cuénod, lors d'une conférence qu'il a faite à la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes, le vendredi 12 novembre 1954, a examiné différents aspects de cette question, aspects qui dépassent le cadre technique et qui sont en partie d'ordre politique. Nous publions la deuxième partie de sa conférence qui reprend et développe certaines idées qui avaient été exposées déjà devant la Société belge des électriciens<sup>1</sup>.* (Réd.)

### I. Interconnexion entre réseaux partiels suisses

La figure 1 donne le schéma du réseau à haute tension de la Suisse. Nous voyons que ce réseau a tendance à s'orienter en étoile autour du poste de couplage de Mettlen. Il présente de nombreux points de jonction avec les réseaux étrangers :

avec la France :	7	interconnexions déjà réalisées
avec l'Italie	4	» » »
avec l'Allemagne :	3	» » »

Bien que le réseau suisse présente virtuellement le caractère d'un réseau maillé, en fait il ne fonctionne pas actuellement comme tel. Il est décomposé en un certain nombre de complexes marchant indépendamment les uns des autres, sinon reliés en un seul point. La figure 2 donne quelques exemples de découpage du réseau suisse (1)<sup>2</sup>. Le centre d'interconnexion de Mettlen sert selon les cas de point de couplage ou de point de coupure entre les réseaux partiels. Le but de ce découpage est d'éviter tout bouclage et toute mise en parallèle entre réseaux étrangers par l'intermédiaire de la Suisse.

Les échanges d'énergie avec l'étranger se font principalement de trois façons (2) :

- par machines séparées ;
- par ripage d'eau, solution facilitée par les nombreuses centrales situées à la frontière à cheval sur le Rhin ;
- par réseaux séparés.

<sup>1</sup> Voir *Bulletin trimestriel de la Société belge des électriciens*, tome 70, n° 2 (avril-juin 1954).

<sup>2</sup> Les numéros entre parenthèses se réfèrent à la bibliographie donnée en fin de cet article.

La question se pose de savoir si une interconnexion plus développée entre réseaux suisses est souhaitable ou non. Nous allons examiner ensemble quelques raisons techniques et économiques qui militent en faveur de ce développement. Nous verrons ensuite quelques autres raisons qui militent contre ce développement.

A. Avantages d'une interconnexion plus développée

Les avantages de l'interconnexion ont été exposés à maintes reprises dans de nombreuses publications et sont ainsi bien connus (3). On relève en particulier l'intérêt d'une égalisation du diagramme de charge par suite de la compensation statistique des fluctuations de charge, la réduction des réserves qu'autorise leur mise en commun, l'amélioration de la tenue de la fréquence et de la tension par suite de la réduction de la valeur relative des à-coups de charge par rapport à la puissance de l'ensemble interconnecté.

On peut signaler encore trois autres avantages qui sont peut-être moins apparents :

a) Augmentation de la sécurité des transmissions

Lorsque deux réseaux sont reliés par une seule ligne, il est bien évident que si, à la suite d'un incident, cette ligne est déclenchée, ces deux réseaux perdent leur synchronisme et il faut souvent une manœuvre assez longue et compliquée jusqu'à ce que le synchronisme soit rétabli, surtout lorsque l'échange entre les deux réseaux était important et que le réseau importateur

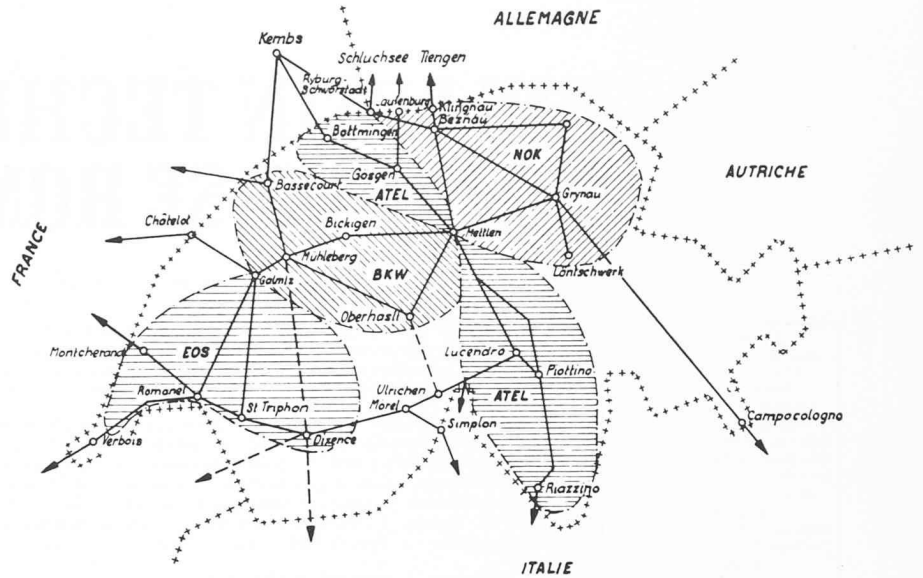
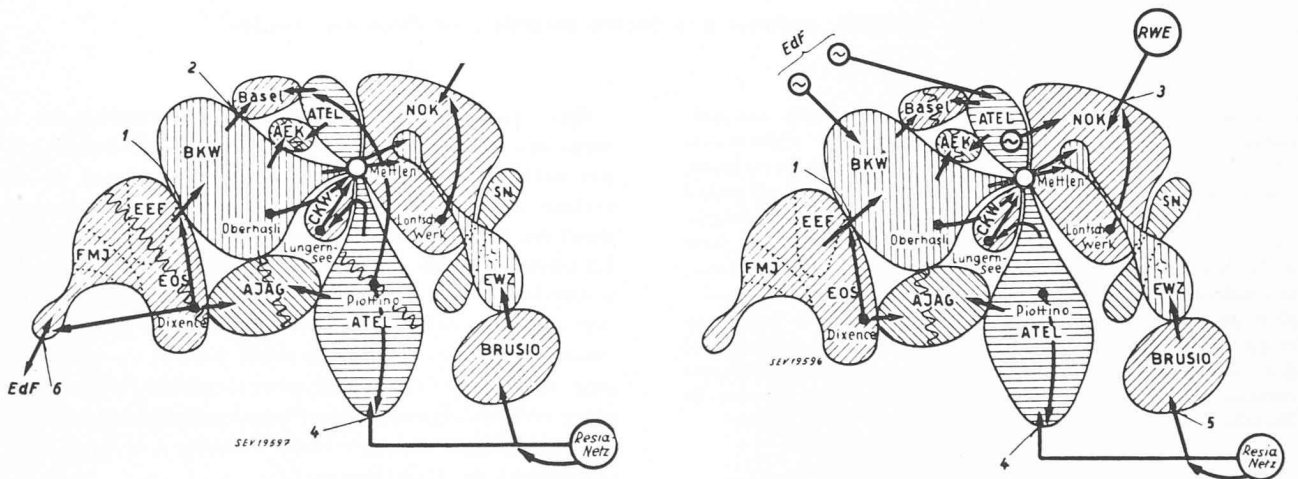


Fig. 1. — Schéma simplifié du réseau haute tension en Suisse.

n'a pas la puissance nécessaire pour fonctionner en régime autonome ; il doit alors procéder à des délestages, ce qui provoque une perturbation importante dans son service. Il est certain que le réenclenchement rapide permet de remédier en partie à ce défaut ; cependant, ce procédé est encore peu développé en Suisse et reste délicat ; dès que la durée de la coupure dépasse une fraction de seconde, le synchronisme ne peut être rattrapé par le réenclenchement qui offre dans ce cas plus d'inconvénients que d'avantages.

Par contre, lorsqu'il y a plus d'une liaison entre deux réseaux, et si une de ces liaisons est coupée, les autres liaisons sont momentanément surchargées, ce qui est en général admissible et le synchronisme est maintenu



- 1. Galmiz. — 2. Brislach. — 3. Klingnau. — 4. Ponte Tresa. — 5. Campocologno.
- ⊙ Groupes en service séparé. ~~~~~ Limite de découpage.
- AEK Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals.
- AIAG Aluminium-Industrie AG.
- ATEL Aare-Tessin AG. für Elektrizität.
- Basel Elektrizitätswerk Basel.
- BKW Bernische Kraftwerke AG.
- BRUSIO Kraftwerke Brusio AG.
- CKW Centralschweizerische Kraftwerke.
- EdF Electricité de France.

- EEF Entreprises Electriques Fribourgeoises.
- EOS Energie de l'Ouest-Suisse S. A.
- EWZ Elektrizitätswerk der Stadt Zürich.
- FMJ Compagnie vaudoise des Forces motrices des Lacs de Joux et de l'Orbe.
- NOK Nordostschweizerische Kraftwerke AG.
- RWE Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG.
- SN Kraftwerke Sernf-Niedererenbach AG.

(Figure tirée de l'article : Die heutigen Mittel der Regulieretechnik und die Bedürfnisse der Praxis. W. HAUSER. Bull. A.S.E. 1952, n° 13.)

Fig. 2. — Exemples de découpage du réseau suisse.

jusqu'à ce que la liaison interrompue puisse être rétablie.

Notons à ce sujet l'intérêt d'une « image thermique » pour la protection des lignes, car leur constante de temps est de l'ordre de grandeur de dix minutes et le calcul montre que, pour cette durée, la surcharge admissible est le double de celle qui serait admise en régime permanent.

#### b) Augmentation de la souplesse de l'exploitation

Les différentes catégories de nos centrales sont en fait complémentaires et leur marche en parallèle permet de tirer un parti maximum de leur complémentarité. Les centrales au fil de l'eau ont souvent des disponibilités très variables dont les variations sont souvent imprévisibles. Il est parfois difficile de placer immédiatement dans le cadre d'un réseau restreint les suppléments d'énergie résultant d'une brusque crue d'où il peut résulter de regrettables déversements. Cet inconvénient est supprimé si cette énergie supplémentaire peut être absorbée par un réseau général et être compensée par une diminution immédiate de la production des centrales à accumulation, diminution qui ne provoque aucune perte puisque leur eau reste accumulée.

Une interconnexion développée permet en particulier de tirer le maximum de profit de ces centrales à haute chute, susceptibles de produire une énergie de haute qualité dont on peut le mieux bénéficier dans le cadre d'un grand ensemble. Actuellement, on les prévoit avant tout pour la production d'énergie d'hiver. Il peut paraître paradoxal d'utiliser dans des chauffeurs pendant les nuits d'hiver de l'énergie accumulée. Il est prévu en Italie de réduire la durée d'utilisation annuelle des centrales de ce genre à moins de 1000 heures. Il semblerait indiqué de les utiliser pour la fourniture de l'énergie de pointe et de l'énergie de réglage. Leur rentabilité serait d'autant mieux assurée si, en plus du paiement des kWh qu'elles produisent et qu'enregistre leur compteur, on mesurait et on bonifiait leur « énergie de participation au réglage ». En effet, selon que la fréquence est trop élevée ou trop basse, un surplus d'énergie échangée doit être apprécié tout différemment. Ce surplus n'a aucune valeur si la fréquence est trop élevée et doit être considéré comme nuisible car il contribue à l'augmentation indésirable

de la fréquence ; il a au contraire une valeur positive si la fréquence est trop basse car il contribue à ramener la fréquence à sa valeur de consigne. (4, 5, 6.)

Il serait également nécessaire de prévoir des dispositions contractuelles qui fixent les variations de puissance en fonction des variations de fréquence. Les programmes d'échange sont toujours établis avec l'hypothèse tacite que la fréquence est égale à sa valeur de consigne. Le principe même du réglage fréquence-puissance implique qu'en cas de variations de fréquence, la puissance d'échange s'écarte de sa valeur de programme.

L'incident qui s'est passé le matin du 7 août 1953 dans une de nos importantes centrales à accumulation est à ce point de vue très instructif. Par suite des arrêts de certains centres de production en France, arrêts provoqués par les grèves, la fréquence du réseau français a fortement baissé. Les groupes de cette centrale non affectés au réglage de la puissance d'échange augmentèrent leur production en fonction de leur statisme propre. La puissance fournie par le réseau suisse au réseau français atteignit 100 MW, tandis que la valeur du programme était 60 MW. Le groupe affecté au réglage de la puissance réduisit sa charge à zéro. Ordre fut donné de réduire la charge des autres groupes pour tenir la puissance du programme. Il en résulta que la fréquence continua à baisser jusqu'à atteindre 48,5 Hz. Une augmentation passagère de l'exportation aurait été au contraire très favorable car elle aurait pu contribuer à empêcher cette baisse anormale de la fréquence.

#### c) Augmentation des possibilités de transport

La marche des réseaux en service séparé augmente souvent le nombre des lignes de transport qui sont nécessaires et empêche que ces lignes soient utilisées à leur pleine capacité. Les transferts d'énergie d'un réseau à l'autre doivent se faire parfois par compensation et substitution, ce qui n'est pas sans présenter certaines complications administratives ; d'autre part, les centrales qui sont en bout de ligne doivent fonctionner avec un niveau de tension élevé ; le maintien des hautes tensions à un niveau uniforme est facilité dans le cadre d'un réseau maillé.

#### d) Rationalisation du réglage

Un autre avantage qui parle en faveur d'une interconnexion généralisée relève du réglage des échanges de puissance entre le réseau national et le complexe interconnecté, ainsi que de la répartition de la tâche de réglage dans le cadre du réseau national.

On sait que la façon la plus rationnelle de contrôler les puissances d'échange sur les lignes d'interconnexion repose sur le principe du réglage fréquence-puissance basé sur la condition suivante :

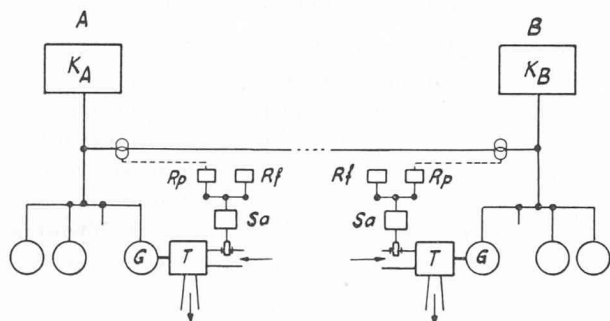
$$\Sigma \Delta P + K \Delta f = 0$$

avec  $\Sigma \Delta P$  = somme des écarts de puissance par rapport à leur valeur de consigne.

$\Delta f$  = écart de fréquence par rapport à sa valeur de consigne.

$K$  = énergie réglante.

Considérons le cas le plus simple de deux réseaux A et B reliés par une seule ligne, ainsi que le représente la figure 3.



$K_A$   $K_B$  Charge propre des réseaux A et B.

G Générateur.

T Turbine.

$R_p$  Détecteur de puissance.

$R_f$  Détecteur de fréquence.

$S_a$  Servo-moteur astatique (dispositif intégrateur).

Fig. 3. — Principe d'un réglage fréquence-puissance primaire entre deux réseaux A et B interconnectés par une seule ligne avec un seul groupe par réseau charge du réglage.

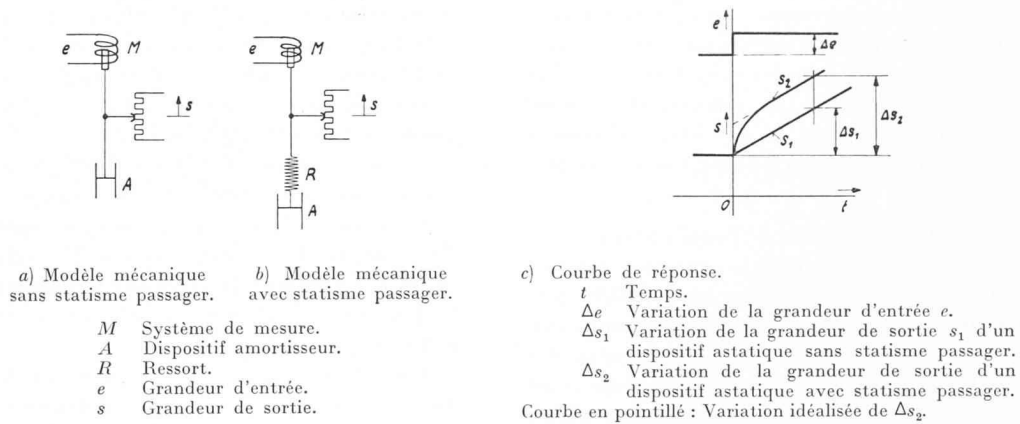


Fig. 4. — Principe d'un dispositif astatique (dispositif intégrateur).

L'écart de puissance  $\Delta P$  additionné à l'écart de fréquence  $K\Delta f$  commande par l'intermédiaire d'un dispositif intégrateur l'ouverture de la turbine. La courbe de réponse d'un tel dispositif est une fonction linéaire telle que la représente la figure 4. Le groupe asservi au réglage est soumis à des fluctuations de charge particulièrement importantes parce qu'il doit compenser toutes les fluctuations internes de la charge du réseau; il est souhaitable de répartir la tâche de réglage sur plusieurs groupes.

Lorsque le dispositif intégrateur se trouve à l'échelon de la turbine, cette répartition doit s'effectuer par équilibrage. Les charges des différents groupes de réglage doivent être mesurées, comparées entre elles et rectifiées si nécessaire. Cela exige des dispositifs de réglage relativement compliqués, surtout si les groupes de réglage sont répartis dans plusieurs centrales.

Un autre mode de répartition peut être défini comme la « répartition par asservissement direct » dont le principe est donné par la figure 5; le dispositif intégrateur est situé au premier échelon de la chaîne de réglage, c'est-à-dire dans le régulateur de réseau qui transmet par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs « arbres de répartition » les ordres de réglage aux différents groupes de réglage. C'est le système que l'on se propose d'utiliser en particulier en Belgique pour le contrôle des échanges entre le réseau belge et les réseaux des pays voisins. Il a l'avantage de réduire au minimum le nombre des télémesures et d'utiliser au maximum la capacité de réglage des groupes qui sont les mieux qualifiés dans ce but; mais il n'est possible que si les réseaux partiels qui constituent le réseau national sont interconnectés entre eux.

#### B. Inconvénients d'une interconnexion plus développée

Nous allons examiner maintenant quelques raisons qui militent au contraire contre le développement de l'interconnexion entre réseaux suisses et pour le maintien du découpage du réseau suisse en réseaux partiels tel que l'on peut le constater aujourd'hui.

##### a) Fluctuations de charges provenant des réseaux plus puissants que la Suisse

Les réseaux des pays voisins ont des puissances installées bien supérieures à celles du réseau suisse.

S'ils se trouvaient mis en parallèle par l'intermédiaire de la Suisse, il pourrait en résulter pour le réseau suisse des fluctuations de charge inadmissibles, même si les échanges internationaux étaient contrôlés par un réglage automatique, car ce réglage n'élimine pas les rapides fluctuations de charge.

##### b) Différents systèmes de mise à terre des points neutres

Jusqu'à tout récemment, à l'échelon 150 kV, le système des mises à terre des points neutres des différents réseaux était différent (isolé en Italie, bobine d'extinction en Allemagne et une partie du réseau suisse, à la terre en France et une autre partie du réseau suisse); la marche en parallèle de ces différents réseaux entraînait certaines complications en ce qui concerne leur dispositif de protection. Cette difficulté se trouvera heureusement éliminée avec l'extension du réseau à 220 kV pour lequel on prévoit de façon unanime une mise à la terre du point neutre.

##### c) Ampleur des échanges avec l'étranger

Les échanges d'énergie avec l'étranger sont et resteront probablement dans l'avenir immédiat relativement très faibles. Ils ne justifient pas le développement de systèmes de réglage complexes que nécessiterait une marche en parallèle très développée. Les systèmes actuels sont les mieux adaptés à l'ampleur des échanges tels qu'ils se présentent aujourd'hui.

##### d) Respect de valeurs contractuelles de puissance d'échange

Les échanges d'énergie entre réseaux sont fixés par des contrats qui délimitent une certaine puissance de consigne. Le respect de ces dispositions contractuelles n'est plus possible dans le cadre d'un réseau maillé.

La réalisation des nombreuses lignes d'interconnexion qui sont prévues ou en cours de réalisation augmentera les possibilités d'échanges d'énergie par services séparés.

##### e) Avantages des services séparés

Les usines chimiques et les usines électriques situées le long du Rhin ont normalement plusieurs services séparés. Ce mode d'exploitation nécessite un jeu de barres plus étendu, mais présente en fait plusieurs avantages pratiques. Une interruption de service ne touche qu'une partie de l'installation; chaque usine a besoin d'une source d'énergie pour alimenter ses ser-



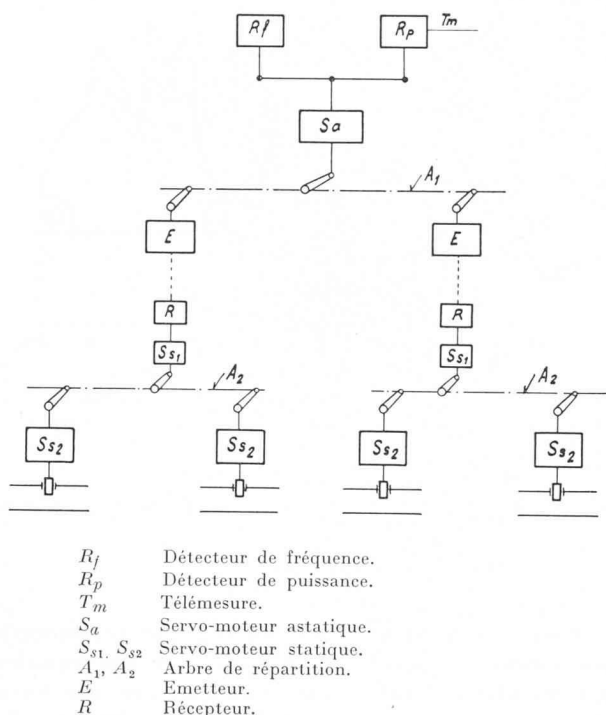


Fig. 5. — Principe du réglage simultané de plusieurs centrales avec asservissement direct.

vices auxiliaires (pompes, éclairage, etc.). Cette énergie est produite parfois de façon autonome, mais bien souvent elle provient du réseau qui alimente les circuits principaux de l'usine, ce qui est en général moins coûteux. Si ces circuits principaux sont alimentés par différents réseaux en service séparé, et que l'un d'eux est défaillant, il y a cependant toujours possibilité d'alimenter les services auxiliaires à partir des autres réseaux ce qui offre un grand avantage pratique. On peut en outre remarquer que la mise hors service totale des centrales situées sur le Rhin risquerait de créer de fâcheuses perturbations sur le débit de ce fleuve.

#### f) Création d'un dispatching central

Un réseau suisse maillé nécessiterait pour son exploitation la création d'un dispatching national. Une organisation de ce genre a parfois tendance à prendre de plus en plus d'importance et, par exemple, à se déclarer seule compétente pour négocier avec l'étranger. Les sociétés suisses d'électricité préfèrent garder dans la mesure du possible la plus grande liberté possible et pouvoir conclure directement des accords bilatéraux soit entre elles, soit avec les réseaux étrangers.

De nombreuses entreprises de types différents (privées, communales, cantonales) appartenant à des pays différents (Suisse, Allemagne, France) collaborent étroitement dans la région du Rhin sans qu'il y ait besoin d'un organisme central.

Il peut apparaître de prime abord surprenant que des sociétés du nord de la Suisse par exemple aient des participations dans des usines électriques du Valais et du Tessin, ce qui risque de conduire à des transports à longue distance d'énergie qui pourrait être consommée parfois sur place. En fait, l'expérience prouve que ce système se corrige de lui-même par des accords qui,

intervenant après coup, modifient les contrats de base et prévoient des cessions et des compensations de livraison d'énergie, en sorte que l'optimum « physique » de distribution se réalise en fait de lui-même sans intervention d'un dispatching national.

## II. Développement du réseau à 380 kV

Les pylônes des lignes du Gothard et du Lukmanier ont été construits avec un écartement des conducteurs suffisant pour 380 kV ; cette mesure se justifiait d'une part du fait que la disposition géographique des régions traversées par ces lignes excluait la construction de nouvelles lignes, et d'autre part pour augmenter la sécurité de l'exploitation à une tension réduite. Toutefois, ce cas est une exception et, pour l'instant, on vient seulement d'élever la tension de la ligne du Lukmanier de 150 à 225 kV ; c'est d'ailleurs la première ligne exploitée en Suisse à 225 kV. Ces prochaines années un réseau d'interconnexion à 225 kV va être développé qui réunira entre eux les principaux réseaux suisses, et les réunira aussi aux réseaux étrangers. Des discussions sont actuellement en cours concernant l'opportunité du maintien d'un réseau à 150 kV. Autrement dit, le réseau suisse accède seulement maintenant à l'échelon 225 kV et il faudra encore bien des années avant que l'échelon 380 kV s'avère nécessaire. L'Electricité de France (E.D.F.) a émis le vœu que la ligne qui reliera la centrale de Mauvoisin à celle de Génissiat soit équipée pour 380 kV, mais on a préféré prévoir 2 ternes à 225 kV. Au point de vue sécurité des réseaux et souplesse de l'exploitation, on préfère avoir plusieurs lignes à 225 kV plutôt qu'une ou deux grandes artères à 380 kV. Il n'est pas exclu que la Suisse se rattache une fois à un réseau européen à 380 kV. Cependant, l'avènement de cette tension apparaît comme suffisamment lointain pour ne pas justifier les immobilisations actuelles que nécessiteraient des équipements prévus pour cette tension et utilisés de nombreuses années à une tension inférieure.

Les réseaux suisses ne tiennent nullement à assumer des transferts d'énergie internationaux importants, malgré les propositions qui leur ont souvent été faites, par exemple lorsque l'on a envisagé de transporter de l'énergie entre l'Autriche et la France. Dans la mesure du possible, la Suisse est prête à faciliter ces transports, mais elle se refuse à ce que ces transports lui soient imposés.

## III. Intégration du réseau suisse dans le cadre d'un réseau européen

### a) Aspects économiques et techniques

Jusqu'à présent, l'énergie exportée par le réseau suisse est avant tout de l'énergie d'été, relativement bon marché, compensée par une importation d'énergie d'hiver.

Le réseau suisse, essentiellement hydraulique avec ses importantes centrales à accumulation, paraît compléter heureusement les réseaux avant tout thermiques du nord-ouest de l'Europe. La rareté relative de l'énergie hydraulique accumulée engage à la réserver uniquement pour la fourniture de l'énergie de pointe

ou énergie de secours, car elle est particulièrement apte à ce genre de service.

D'autre part, les cours d'eau suisses à caractère alpestre (avec un minimum accusé en hiver) sont complémentaires des cours d'eau des pays de plaine qui ont en général leur débit minimum en été.

En s'inspirant des principes qui ont présidé à la création du « pool noir » pour le charbon et l'acier, on parle de la création d'un « pool jaune » pour la mise en commun dans le cadre de l'Europe occidentale des ressources en énergie électrique ; si le potentiel économique de la Suisse dans l'industrie du fer et de l'acier est relativement faible, la situation est différente en ce qui concerne l'économie électrique et il semblerait dans l'intérêt de la Suisse de ne pas rester à l'écart des efforts d'intégration de l'économie européenne en matière d'électricité, au risque de voir se créer des courants d'échange qui l'ignorerait ou la contourneraient et de voir son réseau déchiré en réseaux partiels rattachés chacun au réseau de l'un des pays voisins.

La figure 6 représente par exemple le diagramme de charge tel qu'il se présente aujourd'hui et tel qu'il pourrait se présenter dans quinze ou vingt ans. A ce moment, la Suisse sera peut-être amenée à importer une part importante de son énergie de nuit et à exporter de l'énergie de jour.

Un exemple à très petite échelle de ce genre de marche est donné par la centrale de Gondo dans le Valais. Cette centrale de 40 000 kVA située sur le versant sud des Alpes fournit son énergie à l'E.D.F. dans la région de l'Alsace, selon un barème différent, qu'il s'agisse d'énergie de nuit ou de jour. Grâce à un petit bassin de compensation journalier, elle peut, sauf pendant trois mois d'été, fournir avant tout de l'énergie de jour.

D'autres projets d'envergure moyenne avec accumulation journalière, voire hebdomadaire, pourront être valorisés de cette façon.

Certes ce problème est lié au coût du transport de l'énergie de pointe et c'est une question qui doit faire l'objet d'études économiques approfondies pour déterminer s'il est plus avantageux de produire l'énergie de pointe sur place par des turbines à gaz par exemple, ou de transformer de l'énergie de nuit excédentaire en énergie de pointe par des centrales de pompage situées à proximité des centres de consommation, ou s'il vaut mieux acheminer l'énergie de pointe à partir des centrales à accumulation situées dans la région des Alpes. Il est probable que le développement d'un réseau européen à haute et très haute tension facilitera les transports d'énergie à longue distance et jouera en faveur de cette dernière solution.

Il est possible qu'un jour le développement de l'interconnexion internationale soit limité par l'augmentation des puissances de court-circuit qui en résulte. Cependant, actuellement, cette limite est loin d'être atteinte. Ce risque apparaît comme très faible dans le cadre du réseau européen étant donné les distances relativement importantes qui séparent les différents centres de production. Il serait d'ailleurs possible d'augmenter si nécessaire la capacité de coupure des disjoncteurs de ligne.

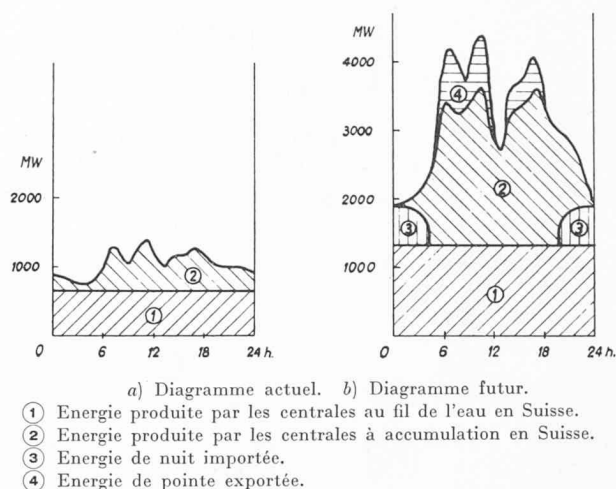


Fig. 6. — Diagramme de charge actuel et futur du réseau suisse.

#### b) Aspects politiques

Pour fournir massivement de l'énergie de pointe à ses voisins, la Suisse devrait suréquiper ses centrales à accumulation pour les faire fonctionner avec une durée d'utilisation annuelle réduite à 1500 voire à 1000 heures, quitte à augmenter artificiellement leur accumulation en leur faisant faire du pompage pendant la nuit. Ce suréquipement serait coûteux. Les investissements qu'il nécessiterait, ainsi que la fourniture d'énergie de nuit, dont les réseaux suisses auraient besoin, les rendraient partiellement dépendants des réseaux étrangers. Est-ce qu'elle ne court pas le risque, après avoir développé son équipement, de se voir ensuite imposer des conditions qui lui seraient difficilement acceptables ? Est-ce que les pays étrangers accepteraient d'être tributaires de la Suisse pour leur énergie de pointe ? La sécurité politique sera-t-elle suffisante pour que ces échanges ne soient pas un jour entravés par une tension politique ?

D'autre part, il faut tenir compte du fait que la production hydro-électrique est liée géographiquement à une certaine communauté publique qui garde la haute main sur elle ; les concessions pour l'installation d'un aménagement hydro-électrique sont un acte unilatéral de droit public qui oblige les sociétés électriques à prendre dans une grande mesure en considération des intérêts régionaux et locaux. C'est pourquoi les importations et exportations d'énergie sont soumises à un contrôle. C'est pourquoi également, conscients de leur faiblesse par rapport aux réseaux des pays voisins, les réseaux suisses redoutent l'instauration d'un dirigisme international en matière d'électricité qui risquerait d'agir à leur détriment. En fait, ce problème n'est qu'un des aspects du problème beaucoup plus général de l'intégration économique et politique de l'Europe occidentale, problème très complexe avec tous les espoirs, mais également les inconnues qu'il implique en particulier pour les petits pays, problème qu'il n'est pas possible d'aborder dans le cadre de cet exposé.

Si l'on ne veut tenir compte que de l'aspect purement technique des problèmes, on est conduit presque fatalement à un régime autoritaire. Il est certain que dans d'autres domaines également, l'organisation de la

Suisse en 22 cantons avec 22 administrations fiscales, 8 universités, 4 langues nationales, etc. n'est pas le système le plus rationnel.

Toutefois, dans sa grande majorité, le peuple suisse accepte ces inconvénients comme le prix qu'il paie pour le maintien de certaines valeurs qui lui paraissent plus essentielles et auxquelles il est farouchement attaché, valeurs telles que sa liberté et son indépendance. C'est pourquoi il considère que ces valeurs méritent certains sacrifices et il envisage avec une profonde méfiance toute forme de dirigisme tant national qu'international ; il le confirme à chaque nouvelle votation. Ces réactions collectives expliquent sinon justifient certaines tendances apparemment surprenantes de la politique générale des réseaux suisses, en matière d'interconnexion.

### c) Perspectives d'avenir.

En résumé nous avons vu que certaines raisons techniques et économiques militent en faveur du développement des échanges entre le réseau suisse et les réseaux étrangers. D'autres raisons d'ordre politique limitent les possibilités de développement de cette interconnexion.

Si l'on considère enfin le développement des réseaux à plus longue échéance, il est vraisemblable que, selon la formule de M. Ailleret, « l'hinterland hydro-électrique ira en se rétrécissant » (7). Dans une ou deux décennies, l'énergie de pointe produite en Suisse servira tout juste à couvrir ses propres besoins. Elle sera contrainte d'importer une tranche de plus en plus importante d'énergie de base. Le service que ses centrales à accumulation seraient susceptibles de rendre à un réseau européen deviendra toujours plus modeste.

En face de cette constatation inquiétante s'ouvrent heureusement les perspectives offertes par l'utilisation de l'énergie nucléaire. Est-ce que les centrales nucléo-électriques se feront à l'échelle nationale ou à l'échelle européenne ? Il est encore trop tôt pour qu'une réponse puisse être donnée à cette question.

### Conclusion

Le réseau suisse, alimenté presque exclusivement par des centrales hydrauliques, est caractérisé par les particularités suivantes :

- le caractère alpestre des cours d'eau suisses a pour conséquence une surabondance d'énergie en été et un manque en hiver, ce qui nécessite la construction de centrales à accumulation relativement très coûteuses ;

- le caractère aléatoire de l'hydraulicité fait varier dans une forte mesure les disponibilités d'énergie d'une année à l'autre ;

- le réseau suisse utilise actuellement déjà la moitié de son potentiel hydro-électrique. En admettant un accroissement de consommation annuel de 4 %, il aura dans quelque vingt ans épuisé pratiquement la totalité des possibilités de construction de nouvelles centrales.

- le réseau suisse est encadré par les plus puissants réseaux des pays voisins, ce qui conduit à le découper en réseaux partiels, chacun d'eux étant interconnecté avec l'un ou l'autre des réseaux étrangers.

La politique générale du développement du réseau suisse et de son intégration dans le cadre d'un réseau européen doit être examinée sous ses différents aspects.

Si l'on considère le point de vue purement technique et économique de la question, de nombreuses et évidentes raisons militent en faveur du développement des échanges entre le réseau suisse et les réseaux étrangers. Toutefois, des raisons politiques et la capacité limitée d'installation de nouveaux aménagements hydro-électriques en Suisse restreignent les possibilités de développement de cette interconnexion.

Ces deux aspects technique et politique, de prime abord contradictoires, ne doivent pas être oubliés l'un au bénéfice de l'autre. C'est par leur confrontation opiniâtre dans un esprit de synthèse, en s'étayant sur les expériences acquises, que pourront être dégagées les solutions les plus favorables pour le développement des réseaux électriques en Suisse.

### BIBLIOGRAPHIE

1. W. HAUSER : *Die heutigen Mittel der Reguliertechnik und die Bedürfnisse der Praxis*. Bulletin A.S.E. 1952, n° 13.
2. G. BRÉGUET et W. HAUSER : *Nécessité et possibilité de découpage du réseau suisse dans les cas de marche en parallèle avec des réseaux de différents pays*. UNIPÉDE, Congrès de Rome 1952, Rapport n° IV 5.
3. Rapport de l'Assemblée générale de l'UNIPÉDE du 18. 9. 52.
4. M. CUÉNOD : *Définition et comptage de l'énergie de participation au maintien de la fréquence*. Bull. de l'A.S.E. 1947, n° 24.
5. M. CUÉNOD : *Contribution au réglage des réseaux électriques offerte par la mesure de l'énergie de participation au maintien de la fréquence et de la tension*. Bull. de l'A.S.E. 1951, n° 3.
6. M. CUÉNOD, J. JACQUES et R. RENCHON : *Contrôle du réglage des puissances d'échange entre réseaux électriques interconnectés*. Bull. de la Société française des Electriciens, mars 1954.
7. P. AILLERET : *Architecture des réseaux électriques*. Revue de l'Union des exploitants électriques en Belgique, mars 1952.

## Concours restreint de projets pour un nouveau bâtiment scolaire à Tavannes (Jura bernois)

### Extrait du règlement

En avril 1954, la Municipalité de Tavannes ouvrait un concours restreint, entre six architectes, en vue d'obtenir le projet d'un bâtiment à destination de l'Ecole secondaire.

Le jury était composé de MM. P. Jutzeln, conseiller municipal, président ; G. Bessire, directeur de l'Ecole

secondaire ; O. Brechbühl, F. Decker, P. Rohr et H. Türlér, architectes ; suppléant : M. A. Beuchat.

Les projets étaient à remettre avant le 25 septembre 1954. Chaque concurrent ayant remis un projet conforme au programme devait recevoir la somme de 800 fr. En outre, 4200 fr. étaient à disposition du jury pour primer les meilleurs projets.

(Suite page 421.)