

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

Band: 67 (1976)

Heft: 10

Artikel: Commutation téléphonique locale : éléments d'une problématique

Autor: Fontolliet, P.-G.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-915160>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 23.12.2024

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

Commutation téléphonique locale : Eléments d'une problématique

Par P.-G. Fontolliet

621.395.34

La commutation locale, par laquelle des abonnés individuels ont accès à un réseau banalisé, exerce une influence décisive sur la fiabilité et l'économie du service des télécommunications. Considérant les fonctions de commutation et de commande et les nouveaux besoins dans ce domaine, l'impact de moyens modernes tels que l'informatique et la technique numérale est analysé ainsi que les nouveaux problèmes qu'à leur tour ils suscitent. En particulier la question du degré de centralisation des équipements et des compétences est discutée.

Durch die Ortsvermittlung haben individuelle Teilnehmer Zugang zu einem gemeinschaftlichen Netz. Der Einfluss der Ortsvermittlung auf die Zuverlässigkeit und die Wirtschaftlichkeit des Fernmeldedienstes ist entscheidend. Unter Berücksichtigung der Vermittlungs- und Steuerfunktionen sowie neuer Bedürfnisse wird der Beitrag von modernen Mitteln wie Informatik und Digitaltechnik analysiert, und zwar auch in bezug auf die Probleme, die diese ihrerseits mit sich bringen. Insbesondere wird die Frage des Zentralisierungsgrades der Einrichtungen und der Funktionen diskutiert.

1. Introduction

Dans le réseau général de télécommunication qui permet à deux abonnés a priori quelconques d'échanger des informations à une distance quelconque, le central local occupe une position tout à fait particulière: le passage d'équipements périphériques individuels (ligne et poste d'abonné), en général très faiblement utilisés, à un réseau banalisé, c'est-à-dire dans lequel des équipements coûteux de transmission et de commutation sont mis à la disposition d'un grand nombre d'utilisateurs, fait du central local une charnière entre l'individu et la collectivité, entre l'utilisateur et l'administration. De là découle une grande partie de la problématique spécifique de la commutation locale.

Alors que la commutation de transit dans le cadre d'un réseau banalisé a pour objet l'établissement, le maintien, la gestion et la libération de communications anonymes et impersonnelles, la commutation locale est en outre confrontée avec l'homme, source et destinataire de ces communications, en particulier avec la distribution géographique, les catégories et le comportement humain des abonnés. Le propos de cet article est de dégager quelques aspects de cette problématique dans le contexte actuel et dans les perspectives ouvertes par l'évolution de la technologie.

Face aux progrès spectaculaires de la technique des transmissions, face aux développements quantitatifs et qualitatifs impressionnants des réseaux interurbain et international, la commutation, et plus particulièrement la commutation locale, semble en stagnation. On peut s'en étonner; ce serait toutefois méconnaître l'énorme travail de réflexion et de développement qui se poursuit actuellement dans le monde. Si les résultats n'en sont pas encore très visibles, c'est pour les raisons suivantes:

– plus encore qu'en tout autre domaine des télécommunications, les *facteurs économiques* sont ici à la fois déterminants et difficiles à expliciter. Un bilan n'est possible que dans le cadre d'un système, voire d'un réseau, en tenant compte non seulement du coût matériel, mais aussi des frais d'exploitation, non seulement d'un état final idéal, mais aussi d'une très longue phase d'introduction où le nouveau système devra coexister avec d'autres, plus anciens.

– la *planification* de réseaux locaux est difficile et hasardeuse car, en plus de prévisions démographiques entachées d'incertitude, elle doit tenir compte d'éventualités telles que l'introduction et l'extension de nouveaux services ou la situation du marché du travail quant au personnel d'exploitation.

– le réseau téléphonique local est caractérisé par une grande *inertie* technique due aux énormes investissements qui y ont été faits. Une parfaite compatibilité entre anciens et

nouveaux équipements, systèmes ou structures est indispensable et, si une adaptation est nécessaire, c'est généralement au nouveau système d'y pourvoir.

Néanmoins, des idées nouvelles surgissent, suscitées ou rendues réalistes par les progrès de la technologie. L'électronique et l'informatique sont des outils puissants pour la solution des problèmes de la commutation, mais ouvrent à leur tour de nouvelles questions: Jusqu'à quel point est-il judicieux, voire nécessaire, de centraliser les équipements? L'introduction de techniques de transmission et de commutation numérales est-elle opportune dans le réseau local?

2. Fonctions et conditions de la commutation locale

L'établissement de connexions dans le central local entre deux abonnés voisins ou un abonné et le réseau banalisé n'a de sens que s'il se fait par des moyens à la fois fiables et économiques, conditions souvent contradictoires. Les nouveaux services incorporés aux systèmes modernes, tout attrayants qu'ils soient, ne peuvent pas être considérés comme des compensations à un éventuel renchérissement ou à une perte de fiabilité.

Le central local *concentre le trafic* d'un grand nombre de sources peu actives sur des lignes du réseau banalisé, soit des organes beaucoup moins nombreux et, de ce fait, mieux utilisés. Le réseau de connexion qui réalise cette concentration est l'objet d'un compromis entre le nombre et le coût des points de connexion, la complexité de la commande, en particulier en relation avec la recherche d'itinéraire et la qualité de service par rapport à un coupleur parfait (blocages internes).

La taille de ce réseau de connexion, dont découle finalement l'envergure du central, tient compte de considérations statistiques (formation de grands faisceaux à meilleures performances quant au trafic écoulé, compensation de la dispersion de l'intensité du trafic d'un abonné à l'autre par la constitution de grands groupes d'abonnés, etc.). Toutefois, les exigences du plan de transmission national et une utilisation rationnelle des lignes conduisent à placer le central local le plus près possible des abonnés. En plus de l'opportunité géographique (bâtiment, terrain), l'implantation d'un central local et son rayon d'action sont le fruit d'un compromis entre transmission et commutation. En Suisse, par exemple, la taille des centraux locaux varie de 70 à 30 000 raccordements. Couvrir un tel spectre avec des degrés de fiabilité semblables et la même palette de services est une tâche très difficile pour les systèmes modernes.

Par sa situation intermédiaire entre l'abonné et le réseau banalisé, le central local a un rôle important à jouer dans

l'échange d'informations de *signalisation* nécessaires au déroulement des opérations de commutation. La condition de compatibilité déjà mentionnée prend ici un sens très concret: le central devra s'adapter à des «langages» de signalisation existant dans le réseau, fruits d'une longue évolution, souvent plus pragmatique que systématique.

La *fiabilité* d'un système exprime son aptitude à satisfaire à certaines exigences d'exploitation dans des conditions et pendant un temps donnés. Ces exigences d'exploitation sont, dans le cas de la commutation locale, très nombreuses et d'importance variée. Par un raccourci grossier mais réaliste, on peut les réduire à un seul critère, celui du but final qui est le succès de la connexion désirée. L'effet d'une défaillance quelconque peut être évalué à l'aide de trois paramètres (fig. 1):

- sa *gravité*, c'est-à-dire la perte de qualité de service ressentie par les abonnés touchés (100 % équivaut à une impossibilité totale de téléphoner)
- son *étendue*, soit la proportion des abonnés touchés (0 % représente le cas limite d'un seul abonné)
- sa *probabilité* tolérable d'apparition, qui dépend des deux premiers paramètres

Par des structures redondantes judicieusement choisies, il est possible de réduire la gravité et la probabilité d'apparition d'une défaillance isolée. De même une segmentation en groupes permet d'en limiter l'étendue. Toutefois non seulement le nombre des abonnés touchés mais aussi leur dispersion géographique est à considérer, puisqu'une défaillance de la commutation locale peut conduire à un isolement total de l'abonné et impliquer des conséquences humainement plus graves qu'une panne dans le réseau à grande distance.

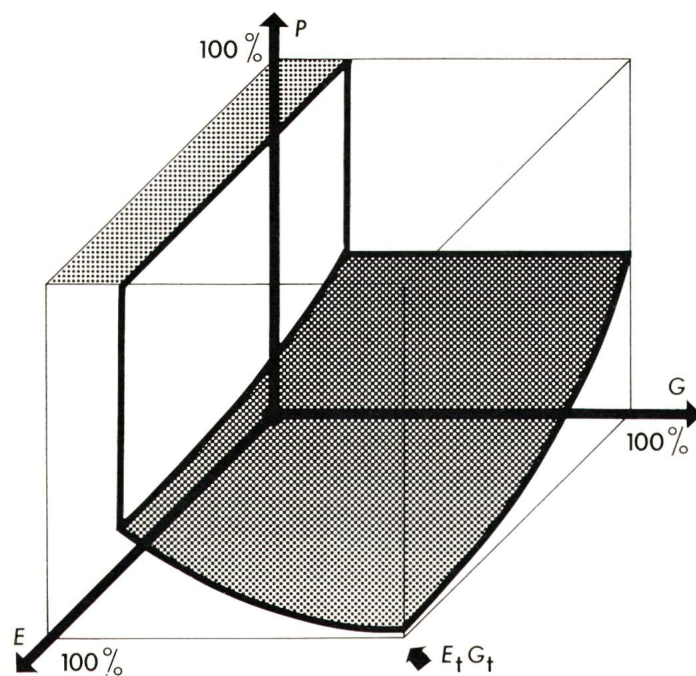


Fig. 1 Probabilité tolérable P d'apparition d'une panne en fonction de son étendue E et de sa gravité G
(Le diagramme est purement qualitatif, les échelles ne sont pas linéaires)

- E Étendue de la panne (proportion des abonnés touchés)
- G Gravité de la panne (perte de qualité de service, ici: probabilité d'échec de la connexion)
- $E_t G_t$ Panne totale

De toute façon, la panne totale de tout le système (gravité et étendue de 100 %) doit être extrêmement improbable et réparée dans les plus brefs délais. On estime pouvoir tolérer une interruption de service totalisée de 1 à 2 heures pendant toute la durée d'exploitation d'environ 30 ans.

3. Nouveaux besoins, nouveaux moyens

Trois facteurs influencent le développement de la commutation locale:

- *croissance* soutenue du nombre des abonnés et du trafic
- proposition de *nouveaux* services pour les abonnés, en particulier pour un établissement plus aisé des communications (sélection à clavier, numérotation abrégée, transfert d'appels, conférence, etc.) ou en vue d'une extension à d'autres types de communication (données, images)
- nécessité d'une *rationalisation de l'exploitation*

Les systèmes classiques actuels pourraient, en principe, faire face à la croissance du trafic et même se prêter à l'introduction de certains services nouveaux moyennant quelques adjonctions périphériques, certainement pas optimales à long terme. Toutefois, d'autres services proposés et surtout la rationalisation de l'exploitation nécessitent de nouvelles solutions.

Parallèlement à cela, de nouveaux moyens sont disponibles, en particulier, pour ne citer que les principaux:

- *l'électronique*, utilisée en commutation essentiellement sous la forme de circuits logiques et de mémoires, en collaboration avec un réseau de connexion encore électro-mécanique (systèmes semi-électroniques);
- *l'informatique*, théorie et méthode, dont les produits, ordinateurs, processeurs et logiciel, font désormais partie des centraux;
- le principe du *multiplexage temporel* qui donne une dimension nouvelle aux circuits;
- la représentation *numérale* d'informations analogiques qui jette un pont entre parole et données, entre téléphonie et télégraphie.

4. Commande

La commande des opérations de commutation fait appel à deux types de fonctions logiques étroitement liées: *mémorisation* et *décision*. Suivant la durée de validité des informations à mémoriser, on distingue:

- mémorisation à *court terme* d'informations volatiles, variables au cours de chaque communication. Exemples: état de l'abonné, chiffres sélectionnés, occupation d'itinéraires, maintien des connexions, état du compteur de taxe;
- mémorisation à *long terme* d'informations d'exploitation, modifiées en cas de besoin par l'administration ou éventuellement (nouveaux services) par l'abonné. Exemples: catégories d'abonnés, table de numérotation abrégée, table de traduction du numéro d'appel en numéro de raccordement;
- mémorisation *quasi-permanente* d'informations fondamentales, rarement modifiées, à protéger contre toute dégradation intempestive. Exemple: topologie du réseau de connexion, table d'acheminement, zones de taxation, programme.

Les fonctions de décision ont pour objet soit un abonné particulier, soit un appel (communication en cours d'établissement), soit une communication établie, soit enfin l'ensem-

ble du central. En vue des possibilités de centralisation ou, au contraire, de décentralisation de ces fonctions, il est utile d'en distinguer l'orientation:

– les fonctions orientées *vers les abonnés* doivent se faire à titre individuel. Exemples: détection de sollicitations de la part d'abonnés non encore commutés, test d'occupation de l'abonné demandé, analyse de la catégorie et des discriminations d'un abonné, facturation des taxes;

– les fonctions orientées *vers les appels* peuvent (avec avantages) être confiées à des organes spécialisés (enregistreurs), plus ou moins centralisés. Exemples: réception et traitement de la sélection, émission de tonalités, émission et réception de signalisation;

– les fonctions orientées *vers les communications* sont relativement simples, elles se résument à la surveillance des partenaires et à la taxation;

– les opérations de traitement d'information les plus complexes concernent *l'interprétation de la sélection* (traduction du numéro demandé en un acheminement et une zone de taxation) et la recherche d'un itinéraire adéquat dans le réseau de connexion du central même. Pour être efficaces, ces opérations devraient se situer à un niveau de centralisation aussi élevé que possible.

Les systèmes à commande entièrement décentralisée, en particulier ceux à commande directe, répartissent ces fonctions sur plusieurs étages de sélection (sélecteurs) très peu spécialisés. Leur modularité présente des avantages incontestables quant aux points suivants:

– flexibilité d'adaptation à des centraux de taille très variable

– possibilités d'extension progressive et économique

– énorme fiabilité du fait d'un partage du trafic sur un grand nombre d'organes équivalents (redondance matérielle)

En revanche, ces centraux sont incapables de toute fonction de décision exigeant une quelconque vue d'ensemble sur le central. De plus chaque modification exige une intervention matérielle (câblage), souvent à plusieurs endroits dispersés dans le système.

Les centraux à commande indirecte (systèmes à enregistreurs) évitent une partie de ces inconvénients. Toutefois ce n'est qu'avec une commande centralisée, commune à tout le central, que les avantages d'une recherche d'itinéraire globale de bout en bout («sélection conjuguée»), d'une traduction libre et variable du numéro d'appel et d'une supervision générale de l'ensemble du central peuvent être exploités complètement. Ces fonctions centrales exigent des mémoires importantes dont on peut encore mieux utiliser la capacité en y déposant, en outre, des informations dont la nature n'exigerait pas en soi une centralisation (mémoire des abonnés, des connexions, des chiffres sélectionnés, etc.).

D'autre part, et en partie indépendamment de la centralisation des mémoires, on cherche à commander le déroulement des opérations de commutation par un processeur en faisant usage des moyens informatiques mis au point pour les ordinateurs. En fait, processeur et mémoires se complètent parfaitement: le processeur peut prendre en charge efficacement l'organisation de l'accès aux mémoires, tandis que les mémoires peuvent contenir le programme de travail du processeur sous forme semi-permanente, c'est-à-dire modifiable au besoin par voie électrique, sans intervention dans le câblage.

Le résultat de cette symbiose est le principe de la *commande à programme enregistré*, sur lequel sont basés plusieurs systèmes de commutation modernes. Toutefois, le degré de centralisation d'une telle commande est le sujet de controverses dans l'optique du dilemme déjà cité entre fiabilité et coût. La centralisation peut être comprise dans deux sens: la centralisation de toutes les fonctions de commande sur un seul organe omnipotent ou la concentration géographique de certaines fonctions pour un grand nombre d'abonnés.

Le système N° 1 ESS de Bell, œuvre de pionnier dans le domaine de la commande à programme enregistré, a montré qu'une centralisation très poussée des fonctions est possible même avec une forte concentration (capacité de traitement de 9 appels par seconde correspondant au trafic de quelque 65 000 abonnés).

Il en résulte cependant une charge considérable du processeur et un travail de programmation énorme. Or, une grande partie de ce travail concerne des opérations de routine, simples et répétitives (comme la réception et le comptage d'impulsions de sélection) qui peuvent être déléguées à des organes de pré-traitement décentralisés. La plupart des systèmes récemment développés font usage de cette délégation pour décharger et simplifier la commande centralisée qui reste alors seule compétente pour les opérations de haut niveau et la coordination de l'ensemble.

La question de la concentration géographique est plus délicate. Les considérations économiques sont en faveur d'une forte concentration, car

– l'investissement de base important que représente le processeur, sa programmation et la mémoire de programme doit être réparti sur un grand nombre d'abonnés;

– le prix unitaire des mémoires actuelles (tores de ferrite) décroît lorsque leur taille augmente;

– les frais d'exploitation s'en trouvent réduits.

Il est même souvent nécessaire pour ces raisons d'étendre la zone d'influence d'une commande au-delà du domaine d'un seul central par le biais d'une *télécommande* de centraux-satellites voisins. Cette extension au principe de la commande centralisée d'un réseau peut d'ailleurs aider à justifier plus rapidement les frais initiaux qui grèvent la phase d'introduction.

En revanche, la concentration et la centralisation posent de graves problèmes de fiabilité par la vulnérabilité des organes centraux et les conséquences désastreuses de leurs défaillances. Des structures redondantes doivent être prévues avec, par exemple, duplication, voire triplication, des équipements essentiels au fonctionnement du central (processeur, mémoires), ce qui entraîne des complications au niveau du matériel et du logiciel (détection et localisation de défauts, commutation sur une unité de réserve) et, par conséquent, une augmentation de coût.

5. Recherche de nouvelles solutions

Alors que l'électronique offre des avantages incontestables et bien exploités pour les fonctions de commande, elle n'a encore donné lieu à aucune réalisation de grande envergure dans le réseau de connexion d'un central local public [1]¹⁾. Même les espoirs placés il y a une quinzaine d'an-

¹⁾ Voir la bibliographie à la fin de l'article.

nées dans la commutation temporelle (PAM) entièrement électronique ont été déçus. Cependant, le principe du multiplexage temporel connaît actuellement un regain d'intérêt en relation avec la *commutation numérique* rendue possible par une représentation numérique d'informations analogiques grâce à la modulation par impulsions et codage (PCM ou MIC) par exemple. Les avantages d'une telle commutation sont séduisants:

- possibilité de réaliser de très grands coupleurs sans blocages avec peu de points de connexion, utilisés en multiplex temporel;
- le point de connexion se réduit en principe à une conjonction logique (porte ET);
- la commutation dans l'axe du temps ne nécessite que des éléments de mémoire numériques;
- la diaphonie temporelle est pratiquement exclue.

Pourtant son application à la communication locale se heurte actuellement à un obstacle économique: le coût des codeurs-décodeurs (codecs) numériques est encore tel que leur usage ne se justifie qu'après la concentration du trafic et la formation d'un multiplex temporel. Un seul codec à 30 voies multiplexées, chargées chacune à 0,6 E suffit, en principe, à écouler le trafic concentré d'environ 350 abonnés. Vouloir réaliser cette concentration en commutation numérique revient à remplacer ce codec par 350 codecs individuels! Les progrès de la micro-électronique laissent espérer qu'une fabrication massive de tels codecs à bon compte n'est pas exclue. Toutefois, malgré le grand intérêt que présenterait la réalisation du réseau local en technique numérique jusque dans le poste d'abonné, en particulier en vue d'une intégration des services de téléphonie et de données, la mise en œuvre de cette solution exigera encore beaucoup de travail de recherche et de développement.

La forte centralisation de la commande prônée par les uns est contestée par d'autres [2], [3] avec les arguments suivants:

- de nombreuses opérations de commande ont un caractère immuable et ne nécessitent pas la flexibilité offerte par un programme enregistré;
- un grand nombre de fonctions de commande sont orientées vers les appels ou les communications; elle peuvent être déléguées à des organes auxiliaires;
- l'évolution de la technologie, en particulier de la micro-informatique, peut remettre en question les motifs économiques qui ont poussé à une centralisation extrême des mémoires et des processeurs. Par une répartition non seulement des tâches, mais aussi des compétences entre plusieurs commandes avec une possibilité d'entraide, l'organisation hiérarchique céderait la place à une structure collégiale, moins vulnérable mais peut-être plus difficile à coordonner.

Des propositions extrémistes envisagent même une *décentralisation totale* des opérations de commutation et de commande jusque dans les postes d'abonnés raccordés alors à un réseau local communautaire de type numérique, à structure bouclée [4] ou ramifiée [5]. Cette solution, que l'on a encore quelque peine à imaginer dans le contexte d'un réseau public, suscite entre autres deux remarques:

- le problème de la fiabilité n'est résolu qu'en apparence par la décentralisation, car un défaut périphérique peut, dans ce cas, conduire à la paralysie du réseau local;
- le trafic étant concentré à la source, la capacité de transmission du réseau local peut être répartie très soupagement entre les usagers selon leurs besoins momentanés, par exemple pour des transmissions de données à différents débits.

Quel que soit le degré de centralisation considéré, l'intérêt d'une commande programmée, disposant de mémoires semi-permanentes et de mémoires de travail, ne fait pas de doute. De même, il est clair que certaines fonctions, en particulier celles liées à l'exploitation et à la maintenance devront être confiées à un centre de gestion commun à tout un réseau local.

6. Conclusion

En face de l'ampleur des problèmes et de la variété des perspectives ouvertes pour l'avenir, on aimerait pouvoir dégager la solution optimale. Le but de cet article n'est pas de la formuler, mais bien plutôt de montrer que la problématique de la commutation locale est devenue en fait une problématique du réseau local. Le central local ne peut plus être considéré isolément, il fait partie d'un système qui englobe tout un réseau avec ses problèmes de transmission, de commutation et de gestion. Et c'est finalement à des critères humains, à la qualité des services rendus par le système à ses usagers que se mesure sa valeur.

Bibliographie

- [1] P. Lucas: Les progrès de la commutation électronique dans le monde. *Annales des Télécommunications* 28(1973)5/6, p. 201...243.
- [2] J. G. Pearce: Multi-controls—a possible basis for the next generation of switching system organization. *International Switching Symposium*, Munich, September 9...13, 1974. Paper 142.
- [3] R. P. Lorétan: Die Sicherstellung des Betriebes in Raumvielfach-Telefonzentralen und ein neuer Weg zur Einführung von Rechnersteuerungen. *Techn. Mitt. PTT* 52(1974)11, S. 399...403 + Nr. 12, S. 441...446.
- [4] E. R. Hafner: Digital communication loops—a survey. *Proceedings of the 1974 International Zürich Seminar on Digital Communications*. Paper D1.
- [5] K. D. Schenkel: Ein integriertes 300-Mbit/s-Zeitmultiplex-Nachrichtensystem mit dezentraler Vermittlung. *NTZ* 27(1974)8, S. 283...291.

Adresse de l'auteur

Prof. P.-G. Fontollet, Chaire de télécommunications, EPFL, 16, chemin de Bellerive, 1007 Lausanne.