Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafenbetriebe

Band: 34 (1956)

Heft: 12

Artikel: Contribution à l'étude du développement probable du téléphone en Suisse

Autor: Lancoud, C. / Ducommun, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-874554

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: 09.12.2025

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

zuteil, und wenig später erhielt er die bronzene Medaille der Weltausstellung Paris.

Durch die Zeitumstände bedingt, finden wir Fritz Schröter von 1947–1950 als Direktor des Fernseh-Laboratoriums der Compagnie des Compteurs in Schloss Corbeville, Frankreich, wo er sich der Weiterentwicklung des Superikonoskopes und Studien über Speicherröhren und Farbfernsehen widmete. 1949 wird er Mitglied des Internationalen Fernsehkomitees und 1953 Ehrensenior der Fernseh-Technischen Gesellschaft. Wohl wiederum unter dem Einfluss äusserer Umstände folgte von 1950 bis 1955 eine Professur am Nationalen Elektronik-Institut in Madrid, mit Vorlesungen und Planungsarbeiten über den Aufbau des Institutes und für Richtstrahlstrekken in Spanien. Endlich, ab 1955, ist Fritz Schröter zurück in Deutschland, als wissenschaftlicher Berater bei Telefunken in Ulm, und daneben: Lehrbeauftragter für Elektronenoptik an der Universität Bonn; ständiger Gastprofessor an der Technischen Universität Berlin und Mitglied der Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, als Nachfolger von Prof. Esau.

Über seine Hauptarbeitsgebiete, Lichttechnik, Nachrichtentechnik und Hochvakuumtechnik, liegt heute ein reiches Schrifttum vor; ferner verfasste er Bücher über Glimmlampen und Glimmröhren und ihre Schaltungen (4 Auflagen, 1928 bis 1936) und über Bildtelegraphie und Fernsehtechnik (1932, 1937, 1956), alle im Springer-Verlag. Und als wichtigste Erfindungen wären noch zu nennen: die Neon-Glimmlampe (1917), das Edelgas-Kaltkathoden-Thyratron (1915), der Glimmlichtstabilisator (1917), der Zeilensprung in der Bildtelegraphie (1927) sowie der Zeilensprung in Verbindung mit dosiertem Nachleuchten bei der Braunschen Fernsehröhre (1930), das Superikonoskop (unabhängig von Lubzynski-Rodda, EMI) (1934) und nicht zuletzt der Kathodenstrahlschalter mit Ausnutzung der Sekundäremission (1935).

Wenn das Schaffen Fritz Schröters hier einmal in einer schweizerischen Fachschrift zusammenfassend gewürdigt wird, kommt dies gar nicht etwa von ungefähr. In internationalen Kreisen durch seine rege publizistische Tätigkeit seit langem bestens eingeführt, gilt Fritz Schröter besonders auch als Freund unseres Landes, dem schweizerisches Fühlen und Denken nicht minder geläufig sind als unsere Heimat der Berge, die er als leidenschaftlicher Alpinist immer wieder besuchte. Schon vor Jahren erkannte er die Notwendigkeit eines Richtstrahlüberganges über die Alpen, wie übrigens auch der leider allzu früh verstorbene Prof. F. Vecchiacchi vom Mailänder Polytechnikum. Dabei interessierte ihn vor allem die heute gewählte Route, die bekanntlich vom Monte Generoso über das Jungfraujoch führt. Ferner zählt Fritz Schröter zu den sozusagen vorzeitlichen Befürwortern des 625-Zeilenbildes im öffentlichen Fernsehen, was ihm wohl keiner vergessen dürfte, der sich noch an die damaligen Auseinandersetzungen erinnert.

Möge dem Jubilar nunmehr ein glücklicher Lebensabend beschieden sein!

Walter Gerber

Contribution à l'étude du développement probable du téléphone en Suisse

Par *C. Lancoud* et *M. Ducommun*, Berne

654.15.001.1

Résumé. *Après avoir souligné l'importance qu'il y a à connaître, même approximativement, le développement futur probable du téléphone, les auteurs démontrent que son évolution générale peut être ramenée, avec une exactitude suffisante, à l'étude d'une loi mathématique. Cette loi, définie comme «loi naturelle du développement», est celle d'une tangente hyperbolique. Les auteurs analysent également l'influence du mouvement de la population et de la situation économique. L'examen du développement de cas concrets confirme dans une large mesure la théorie décrite. Pour les besoins envisagés, la méthode conçue permet de déterminer le nombre d'abonnés pour ces 20 à 25 prochaines années avec une précision suffisante.*

Zusammenfassung. *Nachdem die Bedeutung einer selbst nur näherungsweisen Kenntnis der künftigen Entwicklung des Telephons hervorgehoben wird, zeigen die Verfasser, dass diese Entwicklung auf ein mathematisches Gesetz zurückgeführt werden kann. Dieses Gesetz, definiert als «natürliches Gesetz der Entwicklung», ist das einer Hyperbeltangens. Der Einfluss der Bevölkerungsbewegung und der Wirtschaftslage wird ebenfalls analysiert. Die Überprüfung der Entwicklung in einigen konkreten Fällen bestätigt in weitem Rahmen die beschriebene Theorie. Für den ins Auge gefassten Zweck erlaubt die Methode, die Zahl der Abonnenten in den nächsten 20...25 Jahren mit genügender Genauigkeit zu ermitteln.*

1. Introduction

En 1883, dans la «Anleitung zur Erstellung von Stadt-Telephon-Netzen», publiée par l'administration suisse des télégraphes, l'auteur, *Timothée Rothen*, décrivant la généralisation du téléphone, écrivait: «... elle viendra irrésistiblement, avec une vitesse croissante, les grandes villes commençant avec un nombre restreint d'abonnés. Puis le petit grain grossira, grossira en progression croissante; les stations téléphoniques deviendront aussi indispensables dans les habitations que les conduites de gaz et d'électricité. Les petites villes, puis celles plus petites encore suivront et, finalement, le temps arrivera où les centres de trafic seront aussi saturés avec des réseaux téléphoniques que le sont maintenant les Etats avec les réseaux télégraphiques. ... Le téléphone deviendra aussi indispensable...»

Cette prévision, écrite 5 ans à peine après que l'on eut commencé à parler du téléphone en Suisse (introduit à Zurich en 1880), a dû faire alors sourire bien des gens. Et pourtant, 75 ans plus tard, elle est en pleine réalisation dans notre pays.

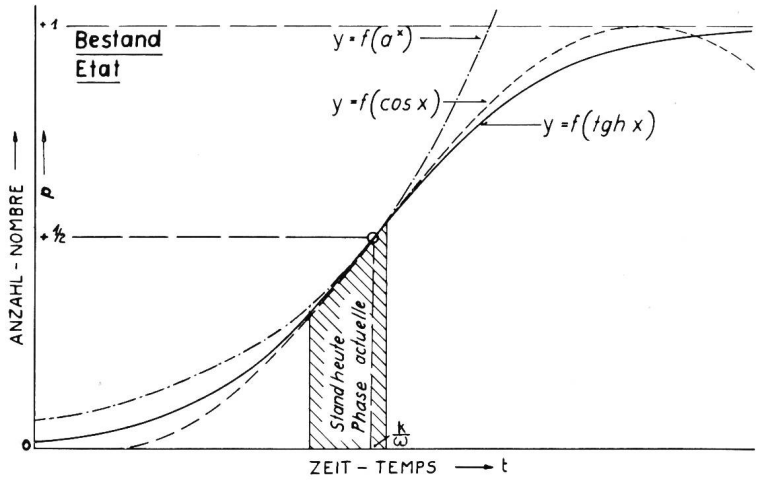

Fig. 1.
Comparaison de diverses courbes de développement.
p = proportion des communautés élémentaires abonnées au téléphone
partie hachurée = phase dans laquelle se trouve le développement actuellement

Si l'on jette un coup d'œil sur la carte nationale du réseau des lignes, on voit que non seulement le téléphone a pénétré dans les plus petites villes, mais dans chaque localité, chaque hameau et que rares sont les fermes isolées, en plaine ou en montagne, qui ne possèdent pas leur raccordement. Le téléphone devient toujours plus un objet indispensable à la vie moderne. Le petit grain a grossi. Les faits ont jusqu'à maintenant confirmé la prévision de son développement en progression croissante. On ne peut cependant admettre que le développement se poursuive selon une progression arithmétique de la forme $y = f(x)$ ou géométrique $y = f(a^x)$, car la densité des stations d'abonnés doit nécessairement atteindre un certain degré de saturation. On cherchera, plus loin, à en déterminer l'ordre de grandeur. Il est de toute importance pour l'économie de l'entreprise des PTT et pour celle des nombreuses entreprises qu'elle fait vivre, d'essayer de définir l'évolution que prend et que prendra le développement des abonnés au téléphone. Il est nécessaire de savoir, même approximativement, pendant combien de temps encore le développement rapide actuel pourra continuer, quelle sera l'allure du ralentissement et vers quelle époque la densité des raccordements téléphoniques atteindra le point de saturation, c'est-à-dire quand l'accroissement du nombre de raccordements téléphoniques ne sera plus fonction que de celui de la population, toutes autres conditions restant égales ?

Tant que l'activité économique restera grande – les économistes pensent bien que le degré d'occupation diminuera, mais qu'il se maintiendra malgré tout à une valeur encore élevée, en raison des besoins accrus de chacun – la nécessité de posséder un raccordement téléphonique se fera toujours plus impérieuse pour celui qui ne l'a pas encore, car le téléphone appelle le téléphone. La jeunesse actuelle apprenant très tôt à utiliser ce moyen de communication, elle n'y renoncera que difficilement. En outre, le rôle du «que dira-t-on, si je n'ai pas le téléphone ?» ne peut être négligé.

Le téléphone devenant toujours plus un objet de première nécessité, le hasard, vu sous l'angle d'une prévision d'ensemble, ne joue plus qu'un rôle secondaire et la prévision ne pose pas de problèmes difficiles à résoudre ces prochaines années. On peut certainement admettre maintenant que la majorité de ceux qui n'ont pas encore le téléphone sont des abonnés latents. Quand seront-ils réels et quel sera alors le nombre total des abonnés ? C'est ce que l'on s'efforcera de déterminer.

L'objet de cette étude est donc de donner une prévision d'ensemble pour le pays, qui doit permettre de «prévoir loin, mais d'exécuter pour une plus courte période» et d'agrandir le réseau par étapes, réservant ainsi l'adaptation des moyens à l'évolution continuelle de la technique. Cette adaptation dans la constitution générale du réseau est capitale pour la rentabilité de l'entreprise et ne peut donc être laissée au hasard. On se préoccupera principalement de l'étude du développement du réseau local, car c'est dans ce dernier qu'est engagée la grosse partie du capital. En effet, les

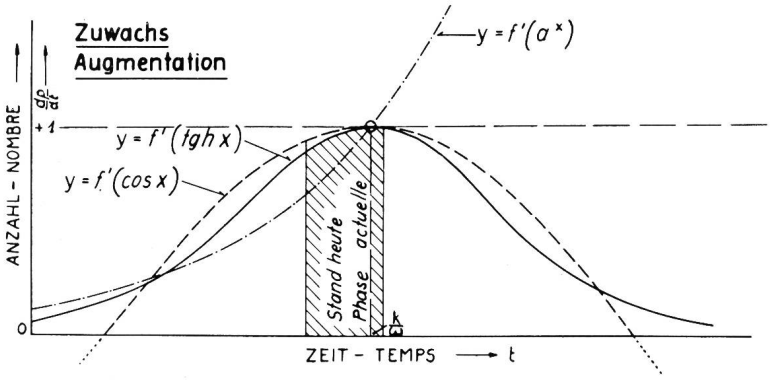

Fig. 2.
Comparaison des courbes représentant l'augmentation des diverses fonctions de développement de la figure 1.
$\frac{dp}{dt}$ = variation de la proportion des communautés élémentaires abonnées au téléphone
partie hachurée = phase dans laquelle se trouve le développement actuellement

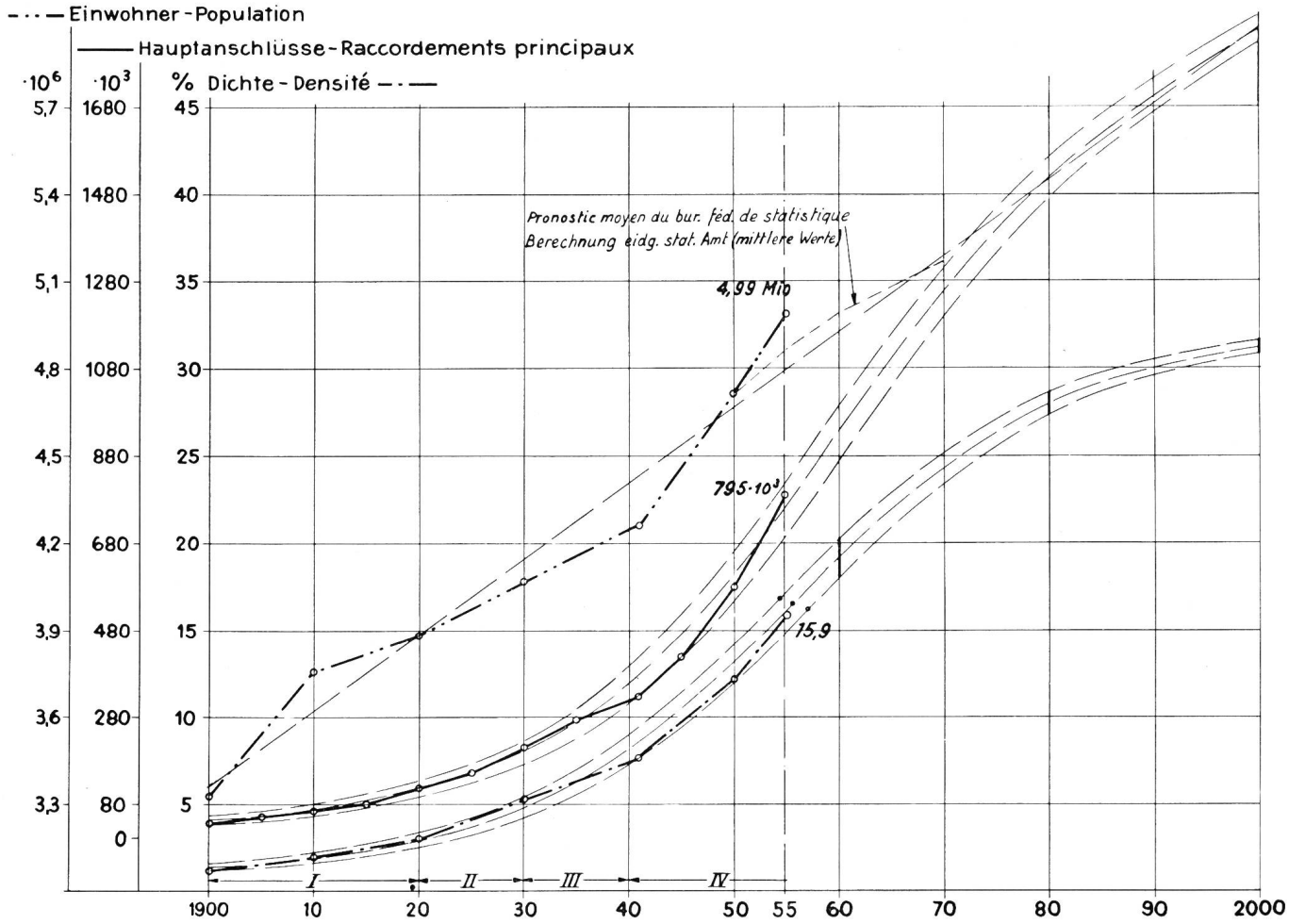

Fig. 3. Développement du téléphone en Suisse.

I = Période de développement normal; la situation économique du pays était satisfaisante
II = Période de prospérité économique qui se répercute également sur le développement du téléphone
III = Période de crise économique (années 1930...1935); le développement ralentit
IV = Période de haute conjoncture; le développement est rapide

investissements s'élèvent approximativement à 30 % pour les lignes locales, alors qu'ils sont de 17 % pour les lignes interurbaines, de 37 % pour les équipements de centraux et de 16 % pour les installations d'abonnés.

En outre, dans un réseau entièrement automatisé comme en Suisse, c'est le nombre et le rythme de l'augmentation des abonnés qui, à trafic moyen égal, dictent le développement des réseaux ruraux et du réseau interurbain. Grâce aux nouvelles techniques de transmission, le rendement de ces réseaux peut être augmenté assez facilement sans qu'on soit obligé de construire toujours de nouvelles artères, ce qui n'était pas le cas avec la transmission à basse fréquence. Par contre, dans le réseau local, chaque nouvel abonné exige une nouvelle ligne, un appareil et une partie d'équipement au central.

La prévision à courte distance permettant de passer à l'exécution d'installations fera l'objet d'autres études. On peut dire déjà que pour qu'une telle étude puisse être faite sur des bases sûres, il est nécessaire de recueillir une foule de renseignements détaillés, mais dont la plupart ne sont pas indispensables à une planification d'ensemble.

La prévision lointaine et d'ensemble est plutôt une activité de l'esprit et non un ouvrage qui se réalise immédiatement. Elle se base sur des phénomènes ou des lois générales dans lesquels le caractère «local» n'intervient pas ou intervient peu.

2. Prévision

Le développement du téléphone n'est pas mathématiquement définissable, mais si son évolution générale peut être ramenée à l'étude d'un phénomène mathématique avec une exactitude suffisante pour fixer la ligne directrice, on pourra dire que le développement des abonnés ne se fait pas uniquement selon la loi du hasard.

L'accroissement probable du nombre des raccordements téléphoniques dans les limites fixées plus haut est fonction de trois facteurs qui paraissent être essentiels et qui seront analysés. Ce sont:

2.1. La loi naturelle du développement,
2.2. Le mouvement de la population,
2.3. La situation économique.

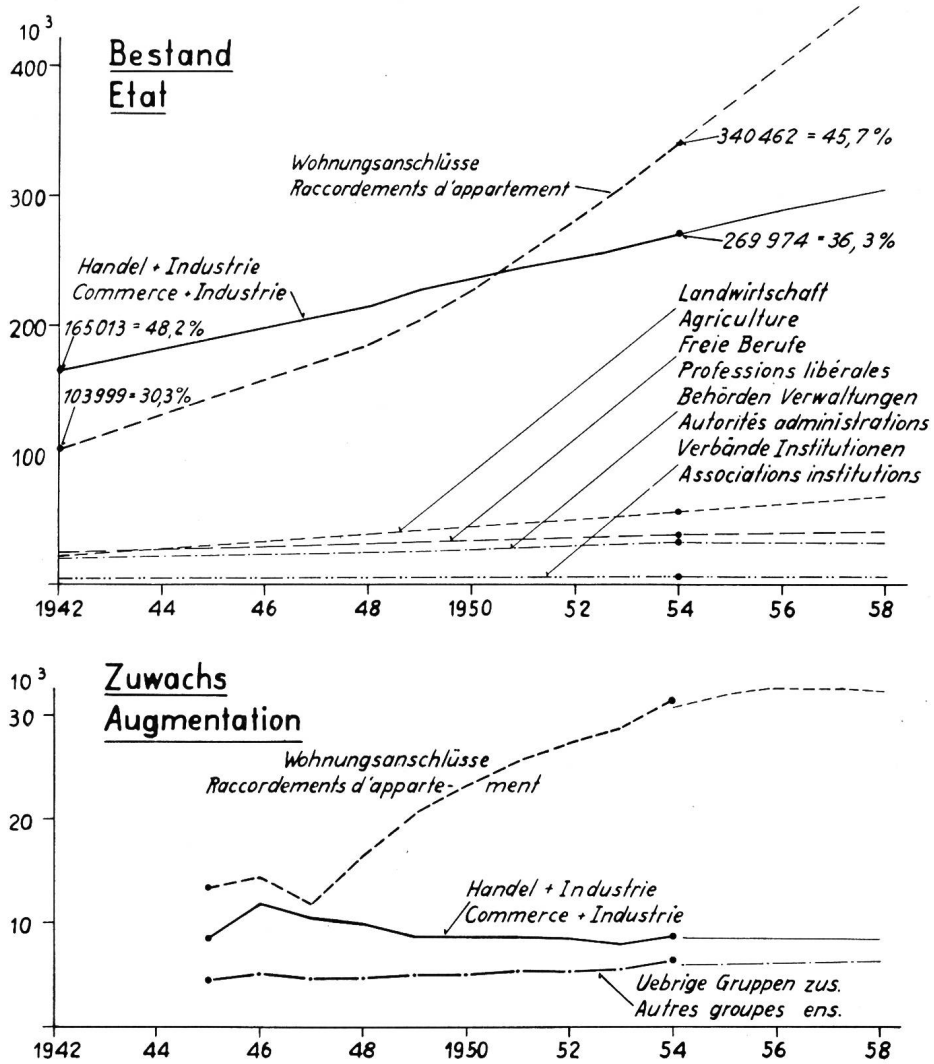

Fig. 4.
Répartition des raccordements téléphoniques et de leur augmentation par groupes économiques. Les raccordements d'appartement ont augmenté très rapidement et occupent aujourd'hui une place prépondérante

2.1. La loi naturelle du développement

Par «loi naturelle du développement», on entend le mouvement théorique que suivraient les raccordements téléphoniques dans un réseau soustrait à toute influence extérieure, où le nombre des habitants et la situation économique seraient constants et dans lequel le téléphone pourrait se développer tout à fait librement.

Dans ces conditions, il est possible de trouver une loi théorique du développement. On admet que ce réseau dessert une agglomération comprenant un nombre A de communautés élémentaires (ménages, études, commerces, entreprises, etc.) toutes susceptibles de s'abonner au téléphone. A un moment donné, un nombre B de ces communautés possèdent un raccordement téléphonique; $p = \frac{B}{A}$ représentera à ce même instant la proportion de raccordements parmi les A communautés.

Dans cette agglomération, par définition soustraite à toute influence extérieure, le développement du téléphone ne peut être dû qu'aux relations, qu'aux contacts entre les communautés élémentaires qui la composent, plus exactement aux contacts entre abonnés et non-abonnés. Dans les conditions énoncées plus haut, on peut admettre que ces contacts sont dûs, en grande partie, au hasard. La formule de Bernoulli [1] permet alors de calculer la probabilité W pour que s'établisse un contact entre un abonné et un non-abonné

$$W = \binom{2}{1} \cdot p^1 \cdot (1-p)^{2-1} = 2\,p\,(1-p) \qquad (1)$$

La fréquence f des contacts entre une certaine communauté élémentaire et une autre communauté élémentaire quelconque, toujours dans les mêmes conditions, peut être considérée comme constante. En outre, si c'est le nombre moyen de contacts entre un non-abonné et des abonnés nécessaires pour décider le premier à demander un raccordement, la proportion des raccordements pendant l'unité de temps augmentera de

$$\triangle p = W \cdot \frac{f}{c} = 2 \cdot \frac{f}{c} \cdot p\,(1-p) \qquad (2)$$

ou en posant $\frac{f}{c} = \omega$

$$\triangle p = 2\omega \cdot p\,(1-p) \qquad (3)$$

[1] Voir par ex. «logarithmes et tables numériques» de E. Vœllmy.

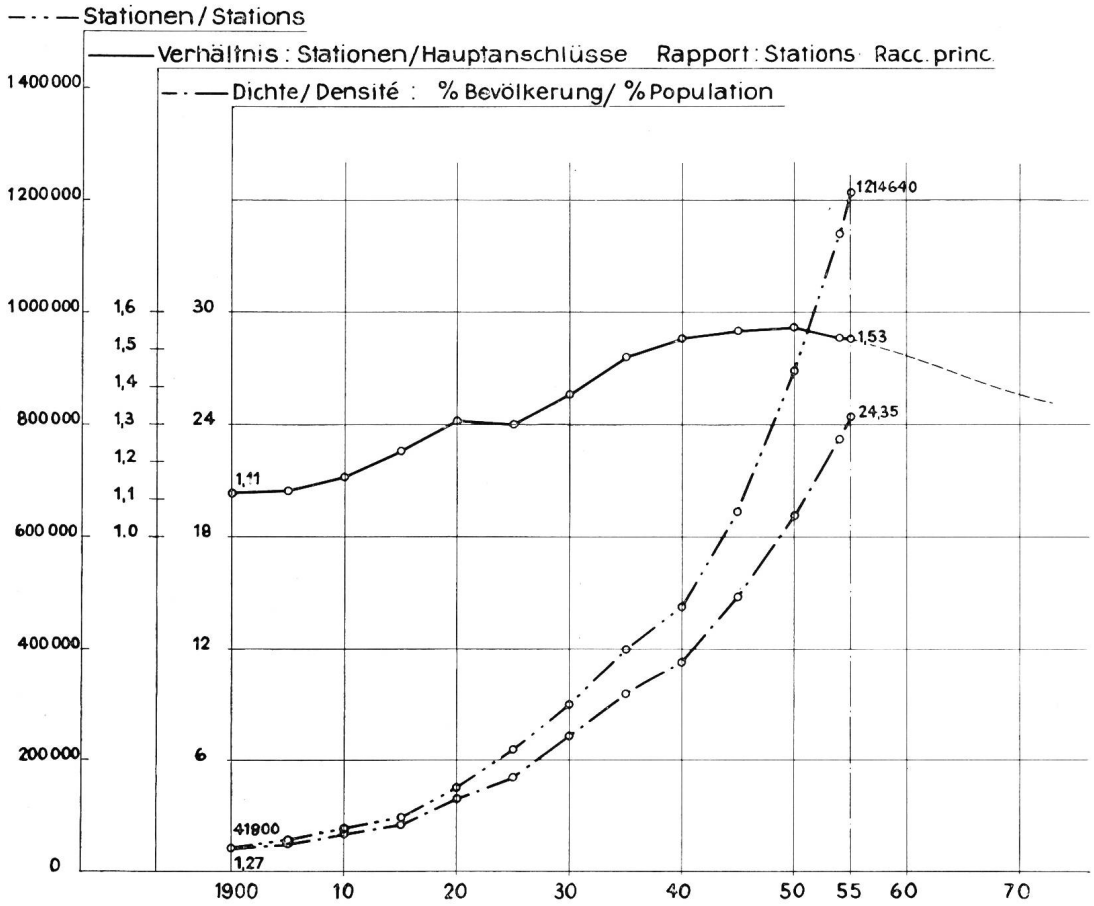

Fig. 5.
Développement des stations téléphoniques en Suisse. Depuis 1950, le rapport stations/raccordements principaux diminue du fait de l'établissement d'un grand nombre de raccordements d'appartement avec une seule station

Pendant un temps infiniment court, cette augmentation sera

$$dp = 2\omega p (1-p) \cdot dt \qquad (4)$$

Ceci est l'équation différentielle de p, la proportion des communautés élémentaires abonnées au téléphone dans ce réseau. Pour connaître l'évolution dans le temps de cette proportion, il suffit de résoudre l'équation.

On peut écrire successivement:

$$\frac{dp}{p(1-p)} = 2\omega\, dt$$

$$\int \frac{dp}{p(1-p)} = \int 2\omega\, dt = 2\omega t \qquad (5)$$

L'intégrale du premier membre, du type à fraction rationnelle, est

$$\int \frac{dp}{p(1-p)} = \ln\left(\frac{p}{1-p}\right) + 2k \qquad (6)$$

k est une constante qui dépend du choix de l'origine des temps.

La solution complète de l'équation sera ainsi:

$$\ln\left(\frac{p}{1-p}\right) + 2k = 2\omega t \qquad (7)$$

En résolvant par rapport à p, on obtient successivement:

$$\frac{p}{1-p} = e^{2(\omega t-k)}$$

$$p = \frac{e^{2(\omega t-k)}}{e^{2(\omega t-k)}+1} = \frac{1}{2}\,\frac{e^{2(\omega t-k)}+1+e^{2(\omega t-k)}-1}{e^{2(\omega t-k)}+1}$$

$$= \frac{1}{2}\left[1+\frac{e^{2(\omega t-k)}-1}{e^{2(\omega t-k)}+1}\right]$$

$$p = \frac{1}{2}\left[1 + \operatorname{tgh}(\omega t-k)\right] \qquad (8)$$

Cette équation, qui donne la variation de p dans le temps, est une tangente hyperbolique ayant subi une translation dans le système de coordonnées. La tangente hyperbolique est une courbe en S (voir fig. 1); p a pour asymptotes, d'une part l'axe des X, d'autre part la droite $p = +1$ qui lui est parallèle. Cela signifie que p varie entre les valeurs 0 et +1 lorsque t varie entre $-\infty$ et $+\infty$. Ce n'est donc qu'au bout d'un temps théoriquement infini que p atteindra sa valeur maximum +1, c'est-à-dire que toutes les communautés élémentaires de l'agglomération auront le téléphone.

La pente de la courbe représentative de p dans le temps, donnée par la dérivée de p et représentant l'augmentation de p, passe par une valeur maximum à l'instant $t = \frac{k}{\omega}$; cette valeur vaut $\frac{dp}{dt} = +1$ et au même moment p vaut ½ (voir fig. 2). On est alors

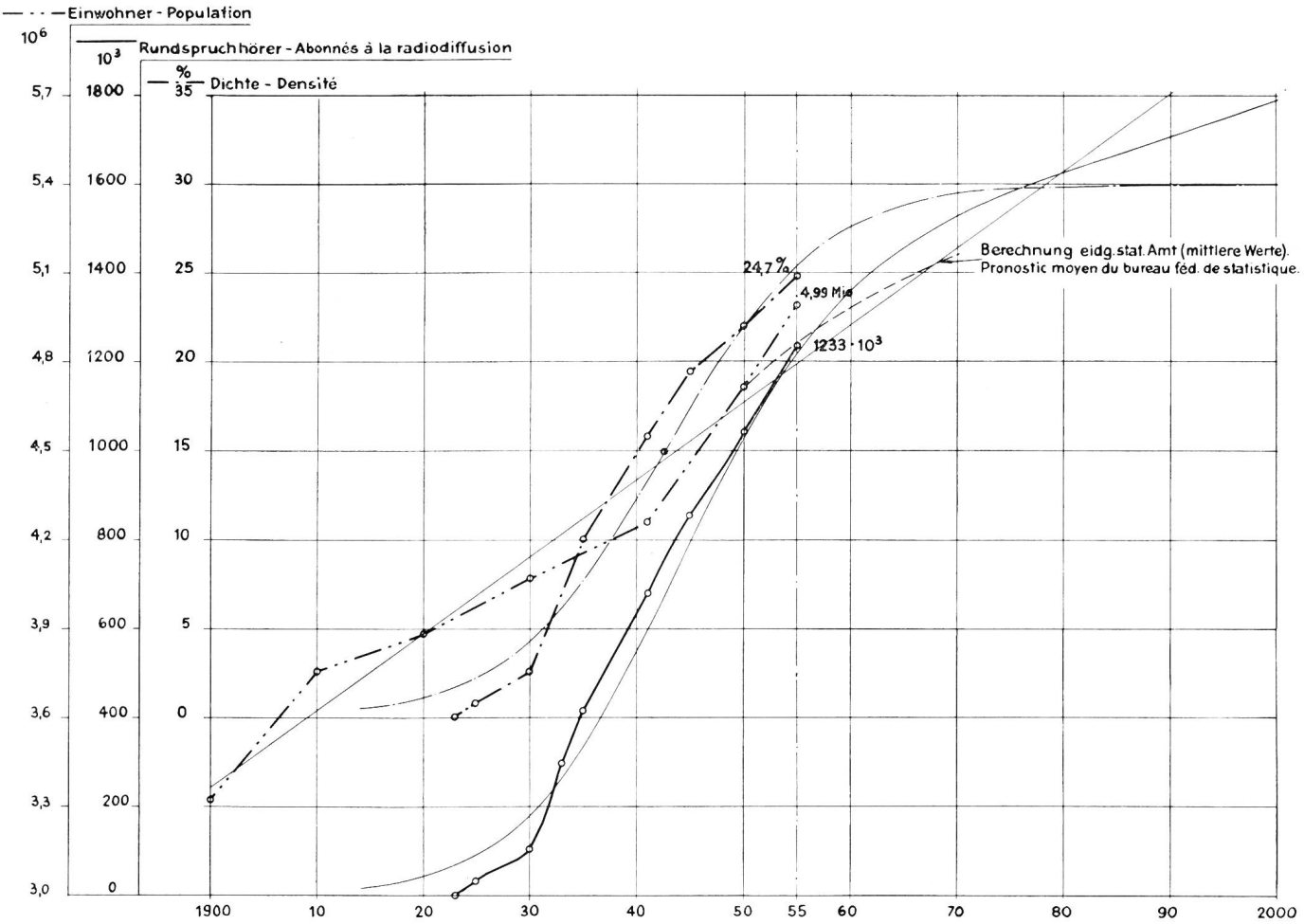

Fig. 6. Développement des abonnés à la diffusion radiophonique en Suisse. La même loi de développement s'applique également à ce cas, bien que la radio se soit répandue beaucoup plus rapidement que le téléphone

exactement à mi-chemin du développement de la densité du téléphone. Ce point est le point d'inflexion de la courbe représentative de p. Jusque là, p augmente de plus en plus rapidement, c'est-à-dire que le téléphone se propage de plus en plus vite; après ce point, le développement ralentit de plus en plus jusqu'à devenir nul au moment où le téléphone aura pénétré dans toutes les communautés élémentaires. C'est le moment où la densité étant constante et maximum, l'accroissement ou la diminution des raccordements téléphoniques sont directement proportionnels à la variation du nombre des communautés élémentaires, c'est-à-dire à la variation de la population.

Jusqu'à maintenant, le raisonnement et les calculs ont été fondés sur le nombre des communautés élémentaires susceptibles de s'abonner au téléphone sans définir ce qu'étaient ces communautés. On peut, en effet, les classer en deux groupes principaux:

- les communautés résidentielles: les ménages, les foyers (y compris les agriculteurs);
- les communautés professionnelles: les entreprises, industries, commerces, études, artisanats, etc.

Les deux groupes de communautés sont étroitement liés au chiffre de la population résidente. Le rapport entre les deux groupes dépend, lui, du caractère de la localité (industriel, résidentiel, agricole, etc.). Pour une localité donnée, ou un groupe de localités de même caractère, il sera donc possible d'exprimer le nombre de ces communautés en fonction du chiffre de la population. De même, le nombre de raccordements téléphoniques pourra être déduit de ce chiffre.

On définit le rapport existant entre le nombre de raccordements téléphoniques B et le chiffre de la population N par la «*densité téléphonique relative à la population*» d. Exprimé en %, ce rapport indiquera le nombre de raccordements par 100 habitants. De cette définition, on conclut immédiatement que la densité est indépendante du chiffre de la population.

On peut ainsi écrire:

$$d = \frac{B}{N} \tag{9}$$

et en se rappelant que $p = \frac{B}{A}$

$$d = \frac{A}{N} \cdot p = \frac{A}{N} \cdot \frac{1}{2} \left[1 + \mathrm{tgh}\,(\omega\, t - k) \right] \tag{10}$$

La densité maximum sera atteinte lorsque $p = 1$:

$$d_{max} = \frac{A}{N} \tag{11}$$

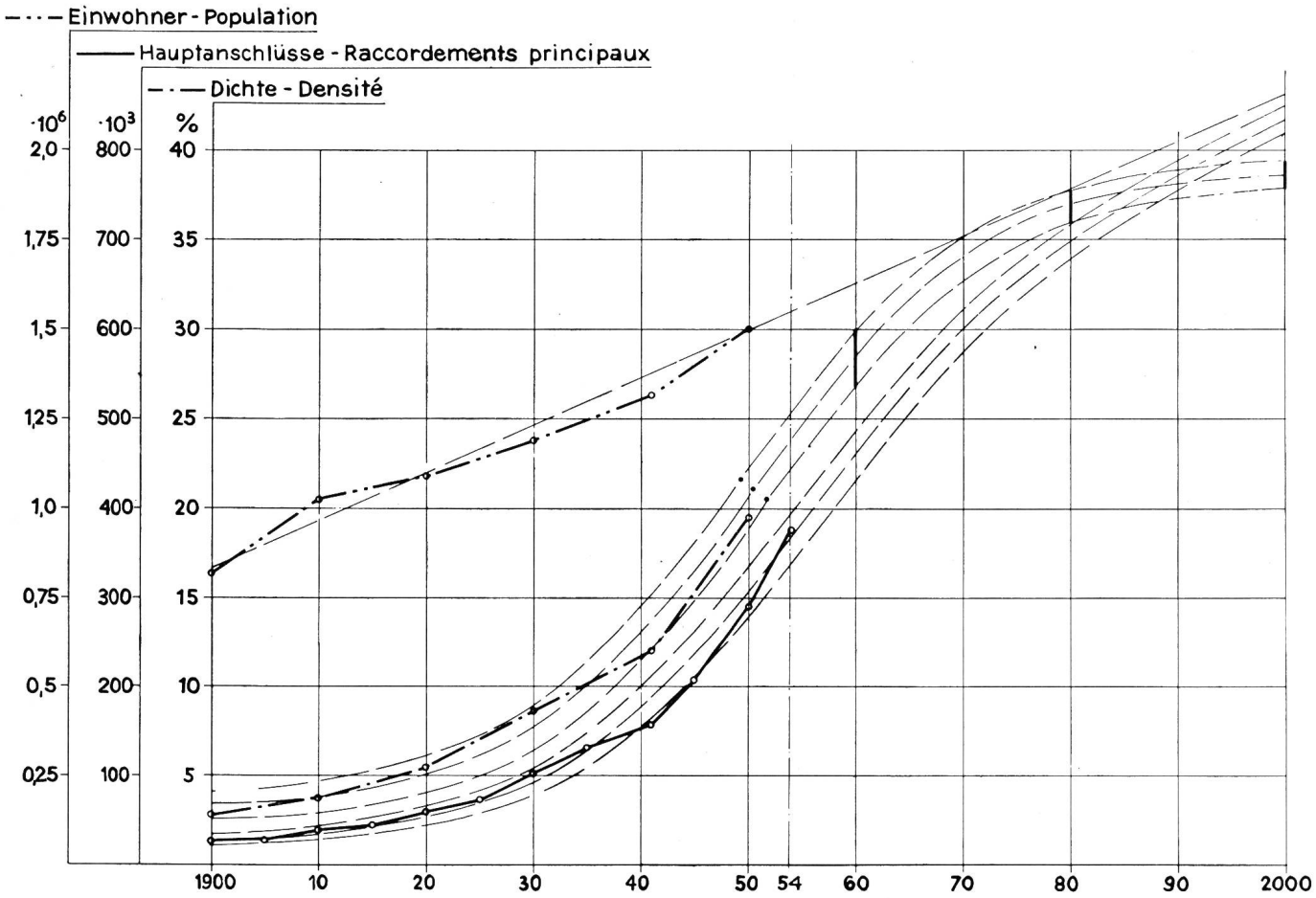

Fig. 7. Développement du téléphone dans les régions urbaines

La densité téléphonique varie donc elle aussi selon une tangente hyperbolique; elle ne dépend que du degré de développement du téléphone.

Cette loi n'est évidemment pas applicable, sans autre, à des cas particuliers par trop limités dans le temps et dans l'espace. Elle n'est valable que pour un ensemble où se trouvent pratiquement réalisées les diverses probabilités et influences réunies dans le réseau pour lequel elle a été établie. Elle ne saurait donc être appliquée à une petite localité, à un quartier, etc. où les influences locales jouent un rôle prépondérant.

Selon la «loi naturelle» du développement, la densité téléphonique tend donc vers un maximum. Ce fait est absolument logique. Ce maximum sera atteint après un temps théoriquement infini, lorsque toutes les communautés élémentaires présentes seront abonnées au téléphone, à moins que l'on admette par exemple que 2 ou 3 personnes par communauté résidentielle prennent le téléphone, ce qui est peu probable.

Pratiquement, on observe une «saturation» très tôt déjà, à partir de laquelle l'augmentation ralentit très fortement pour devenir presque nulle (voir fig. 2). On remarque que jusqu'à mi-chemin du développement, la courbe exponentielle a^x, correspondant à un accroissement procentuel constant, et la tangente hyperbolique diffèrent relativement peu l'une de l'autre. Dans la seconde moitié du développement, par contre, leurs allures sont absolument divergentes. Représentée sur du papier logarithmique, l'exponentielle devient une droite. Comme, dans la première partie du développement, la «loi naturelle» s'en rapproche beaucoup, on a tendance, sur un tel graphique, à représenter le développement par une droite. C'est une des raisons pour lesquelles la représentation graphique du développement sur du papier à échelle logarithmique fausse l'aspect naturel des courbes et induit en erreur.

La courbe du développement a aussi été comparée parfois à une fonction trigonométrique naturelle, à la cosinusoïde:

$$p = \frac{1}{2}(1 - \cos x).$$

Dans la partie où cette courbe varie du minimum (0) au maximum (+1), elle ne diffère pas beaucoup de la tangente hyperbolique (voir fig. 1 et 2). Il ne faut cependant pas oublier que les fonctions trigonométriques sont périodiques et que de son maximum la courbe reviendra au minimum. C'est la raison pour laquelle on ne peut admettre que la courbe du développement s'apparente à une cosinusoïde, à moins que le téléphone ne soit détrôné par un autre moyen imprévisible.

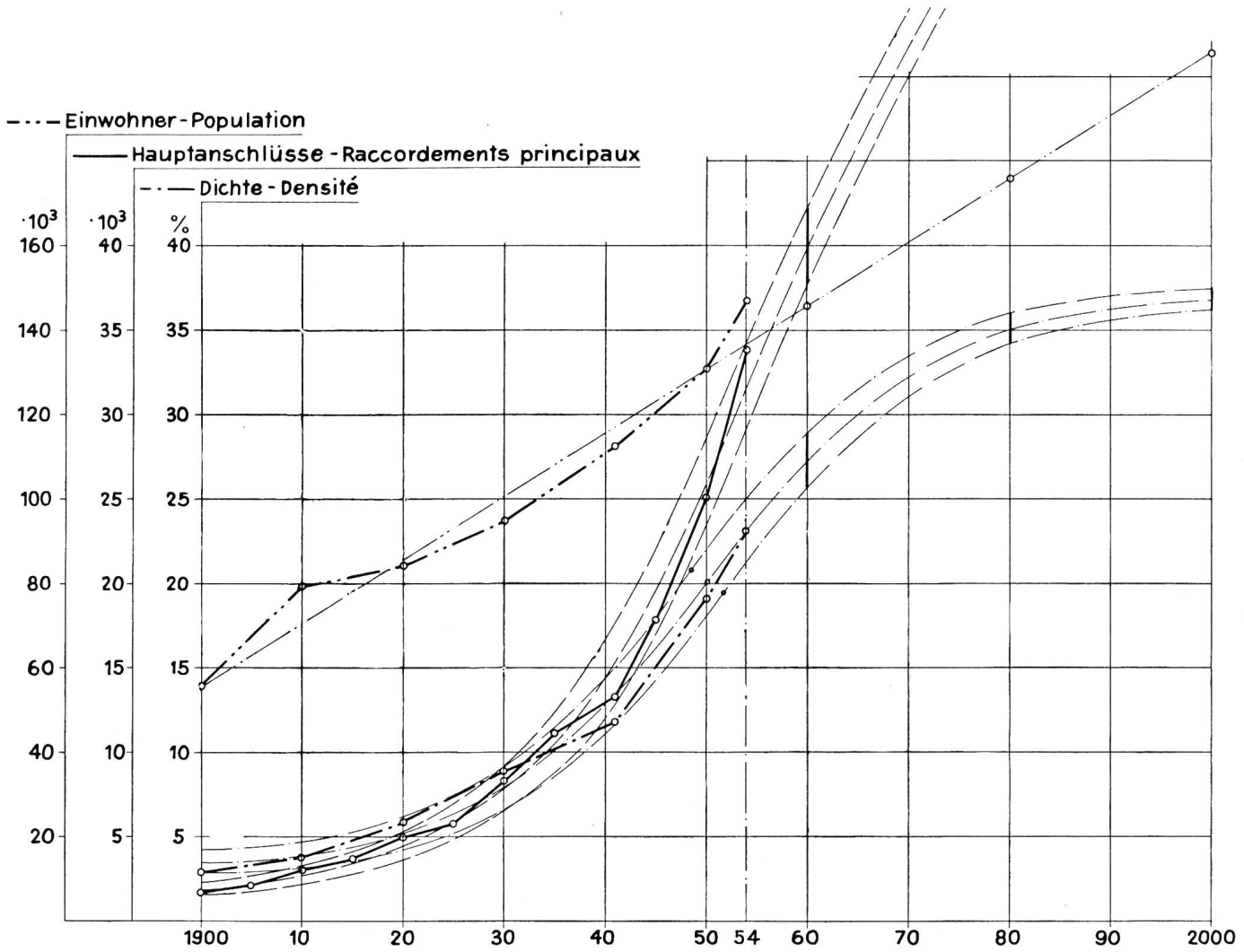

Fig. 8. Développement du téléphone à Lausanne (urbain)

La tangente hyperbolique semble donc bien représenter logiquement le développement théorique de la densité moyenne des abonnés. Le nombre des abonnés lui-même sera donné par le produit de la densité par le chiffre de la population. L'examen d'un certain nombre de courbes de développement de réseaux en des régions diverses montre bien que l'accroissement pondéré s'est fait, dans son ensemble, selon une tangente hyperbolique.

Les coefficients qui caractérisent dans chaque cas particulier la variation de la densité ne peuvent être déterminés qu'empiriquement. Il faut se baser sur le développement antérieur, chercher la tangente hyperbolique qui correspond le mieux à l'allure pondérée de ce développement et la prolonger graphiquement ou la calculer pour obtenir le développement futur probable.

Le développement effectif qui se fait autour de la valeur pondérée est limité par deux tangentes hyperboliques qui donnent, approximativement, les prévisions minima et maxima. On obtiendra ainsi une idée assez juste des limites dans lesquelles se situera le développement futur.

2.2. Le mouvement de la population

La variation de la densité étant ainsi définie par la «loi naturelle du développement», on va analyser le deuxième facteur: le mouvement de la population.

Ce mouvement est très complexe; il dépend de plusieurs facteurs difficiles à estimer avec exactitude. Ce sont entre autres:

la natalité
la mortalité
les migrations de la population.

Si les tables publiées par les bureaux de statistiques permettent de se faire une idée des indices de natalité et de mortalité, il est beaucoup plus difficile d'évaluer les migrations de la population d'une région à l'autre ou d'un pays à l'autre, ainsi que l'influence de la main-d'œuvre étrangère temporaire. A l'intérieur du pays, par exemple, on enregistre une migration des populations campagnardes et montagnardes vers les centres urbains, migration qui menace même sérieusement certaines régions de dépeuplement; il serait très long de calculer le mouvement de la population en partant de ces bases statistiques.

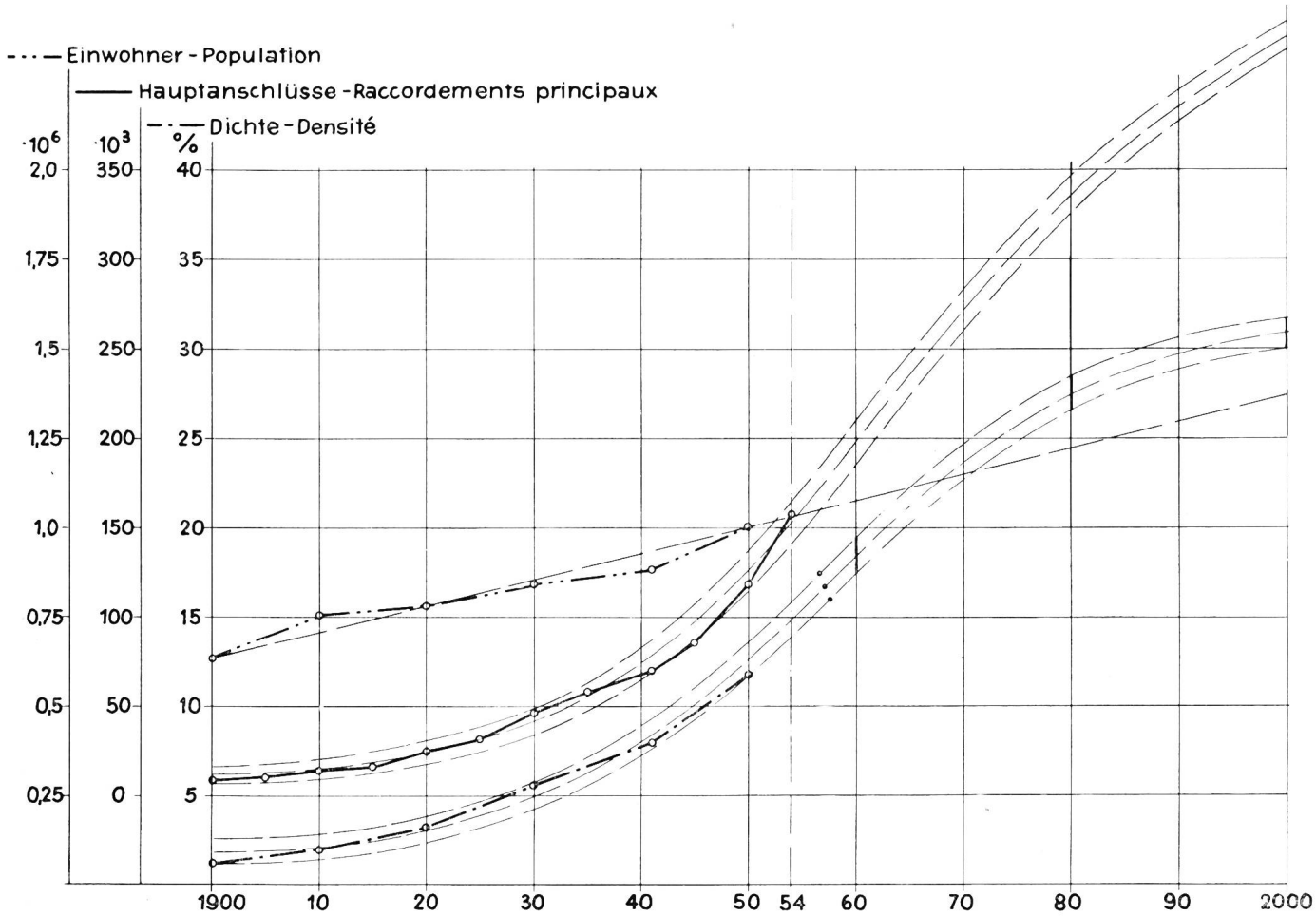

Fig. 9. Développement du téléphone dans les régions mi-urbaines

En étudiant quelques courbes de variation de populations au cours de ces 50 dernières années, on a constaté que l'allure moyenne du développement était sensiblement linéaire. Pour la période de développement considérée, les écarts par rapport à une droite ne sont pas si importants que cette approximation ne puisse être faite sans que l'erreur dépasse les limites admissibles pour de tels calculs.

Il faut toutefois être conscient qu'en réalité le chiffre de la population ne peut augmenter indéfiniment. Il est à prévoir que, pour une localité ou un périmètre donnés, la population tende vers un maximum, maximum défini par les possibilités de construire tant en surface qu'en hauteur. Dans une deuxième étude, qui traitera plus spécialement de la structure des réseaux, on verra encore comment on peut évaluer le chiffre de la population en se basant sur les surfaces bâtissables.

De son côté, le bureau fédéral de statistique, à la demande de l'OECE, a établi des pronostics pour la période 1951–1971. Les résultats de cette étude [2] sont consignés dans le *tableau I* suivant.

La droite du développement pondéré qui a été tracée dans la figure 3 est voisine des valeurs moyennes ci-dessus. Le bureau fédéral de statistique n'a toutefois pas tenu compte de la migration.

[2] «Die Volkswirtschaft», fascicule n° 12, décembre 1954.

Tableau I. Population probable au 1er janvier

Année	moyenne	minimum	maximum
1956	4 867 900	4 861 300	4 889 800
1961	4 986 700	4 928 200	5 076 400
1966	5 080 100	4 939 600	5 251 100
1971	5 173 100	4 935 600	5 432 200

2.3. La situation économique

Il est certain que la situation économique a une influence sur le développement du téléphone. Comme nous l'avons vu au chapitre 2, ce développement dépend des relations entre les communautés. Ces relations sont précisément fonction de la situation générale et de la situation économique en particulier. Le dernier conflit mondial, dans les pays directement touchés, n'a pas seulement arrêté le développement, mais a même provoqué un recul très sensible du nombre des abonnés. Aujourd'hui que la situation s'est rétablie dans l'ensemble, ce recul, ce trou, se comble assez rapidement.

En ce qui concerne la Suisse, épargnée par les deux guerres mondiales, les fluctuations économiques n'ont pas eu une répercussion aussi forte. Notre pays a traversé la crise des années 1930 à 1935, qui s'est fait durement sentir, mais son influence sur le déve-

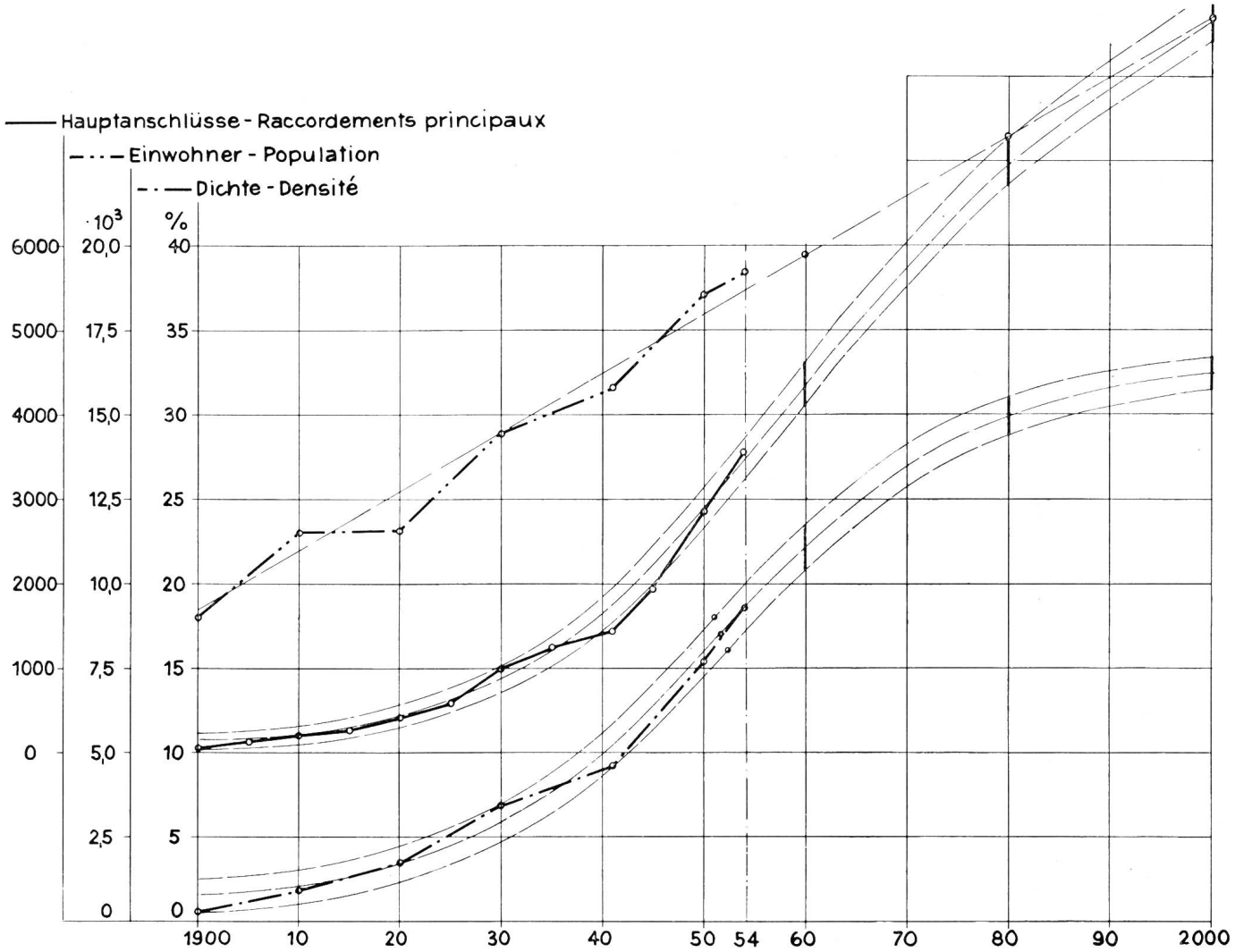

Fig. 10. Développement du téléphone à Locarno (mi-urbain – tourisme)

loppement du téléphone n'a toutefois pas été considérable.

En examinant les courbes de la figure 3 se rapportant à l'ensemble de la Suisse, on constate 4 périodes dans le développement:

1900–1920

La densité suit remarquablement bien la «loi naturelle du développement». La situation économique du pays était satisfaisante. La guerre 1914–1918 n'a pas eu une influence très marquée sur le développement du téléphone.

1920–1930

L'économie nationale passe par une période de prospérité qui se répercute aussi sur le développement du téléphone. La densité augmente légèrement plus rapidement que d'après la «loi naturelle».

1930–1941

Ces années sont marquées par la crise économique. Le développement ralentit notablement.

1941–1954

Période de haute conjoncture dont l'influence sur le standard de vie et le développement téléphonique est notable. La densité augmente passablement plus vite que d'après la «loi naturelle».

La prospérité de ces dernières années a non seulement permis à notre pays de se «remettre» de la crise, mais encore d'élever notablement son standard de vie. C'est ainsi que le revenu moyen par habitant n'a pas seulement suivi la courbe ascensionnelle du coût de la vie, mais a augmenté légèrement plus vite. L'indice du coût de la vie a passé de 100 en 1938 à 171 en 1952, alors que l'indice du revenu nominal personnel passait de 100 à 197 et l'indice réel (compte tenu de l'augmentation du coût de la vie) de 100 à 112. La situation économique de nombreux ménages s'est donc trouvée améliorée et leur a permis de songer à s'abonner au téléphone.

A cela s'ajoute le fait que la «loi naturelle du développement» se trouve dans sa phase d'accroissement maximum. La période que nous traversons est ainsi caractérisée par deux facteurs, dont l'influence cumulée provoque un accroissement rapide du nombre des abonnés. L'augmentation est plus forte que celle donnée par la tangente hyperbolique de la loi naturelle. Un tel développement ne saurait cependant durer indéfiniment. Tant que la conjoncture économique peut se maintenir au niveau actuel, un fort ralentissement n'est pas à craindre, mais que sur-

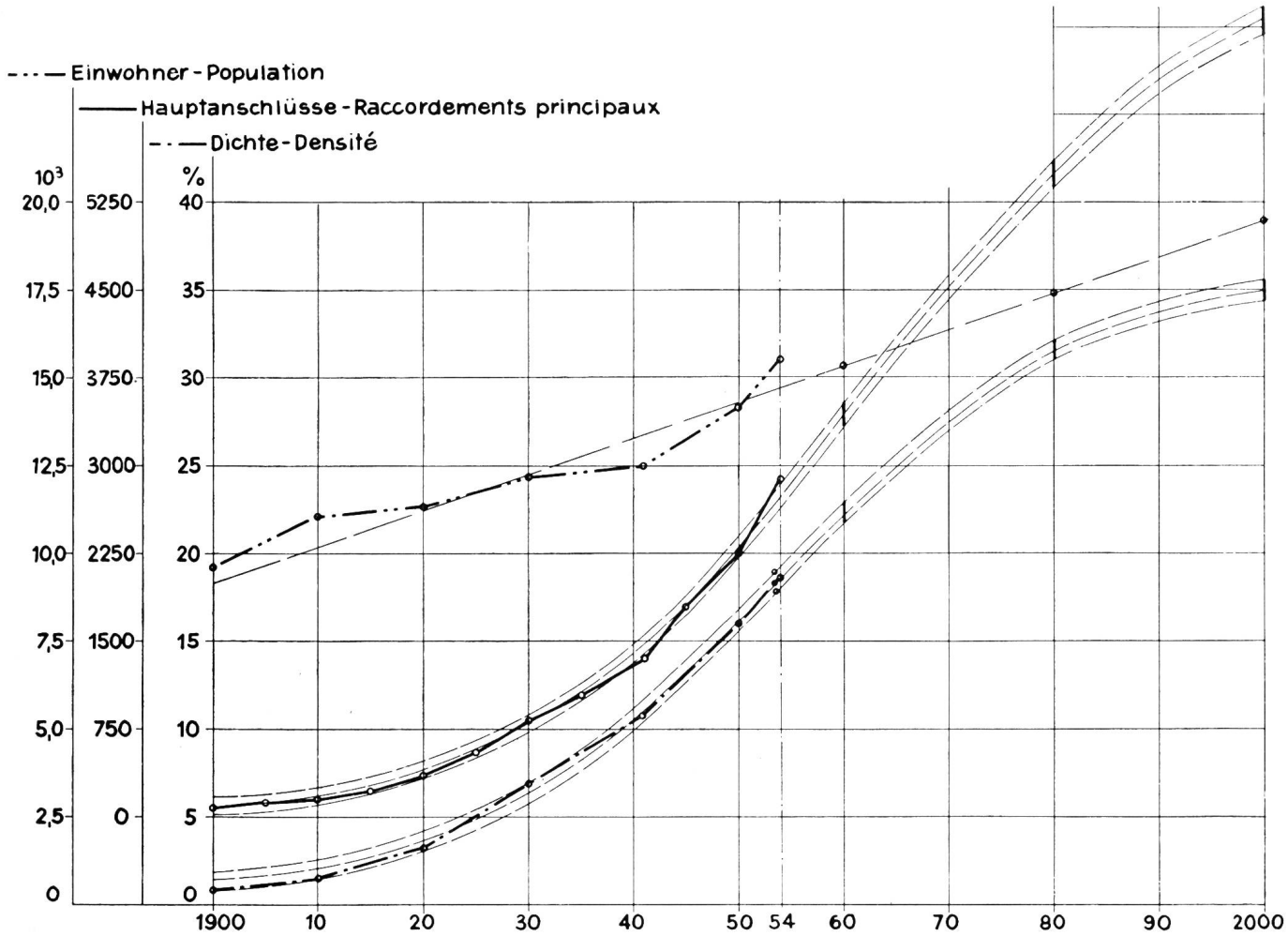

Fig. 11. Développement du téléphone à Thalwil (mi-urbain)

vienne une crise dans telle ou telle branche de notre économie, ses effets se feront certainement sentir et le développement se rapprochera de la loi naturelle.

On constatera sur les différents graphiques que, pour l'ensemble de la Suisse, il n'y a jamais eu de recul dans le développement. Les variations peuvent facilement être justifiées par les conditions économiques, politiques, sociales et psychologiques du moment. On voit que, dans leur ensemble, ces variations ne ralentissent ou n'activent pas spécialement le développement du téléphone par rapport à la loi naturelle reposant sur le fait que le téléphone devient toujours plus un objet indispensable à la vie moderne. Les écarts par rapport à cette loi sont relativement faibles.

3. Le développement du téléphone en Suisse

L'analyse du développement du téléphone, d'après ce que nous venons d'énoncer, a été faite jusqu'à fin 1955 pour

l'ensemble de la Suisse, soit 862 réseaux (y compris les sous-centraux), et 794 899 abonnés

et jusqu'à fin 1954 pour

les régions urbaines (villes de plus de 20 000 habitants), soit 15 réseaux et 378 446 abonnés;

les régions mi-urbaines (villes de 5 à 20 000 habitants), soit 93 réseaux et 156 999 abonnés;

les régions rurales, soit 606 réseaux et 179 707 abonnés;

les régions montagneuses, soit 149 réseaux et 29 109 abonnés.

Le nombre de réseaux ne correspond pas au nombre de réseaux locaux, car certains de ces derniers, en particulier ceux des villes, sont constitués en partie de sous-centraux se trouvant dans des localités n'ayant pas le caractère urbain. Ils ont été divisés et les abonnés répartis dans les régions correspondantes.

3.1. Ensemble de la Suisse

D'après le graphique fig. 3, la densité des raccordements téléphoniques atteindra dans une cinquantaine d'années la valeur maximum de 31 à 32%. Actuellement, on se trouve environ à mi-chemin du développement, dans la phase d'augmentation maximum de la «loi naturelle». La densité à fin 1955 était de 15,9%. La haute conjoncture aidant, cela explique, comme on l'a déjà relevé, l'accroissement extraordinaire du nombre d'abonnés au téléphone au cours de ces dernières années. Tout laisse cependant supposer qu'un certain fléchissement est proche, car la conjoncture semble se stabiliser.

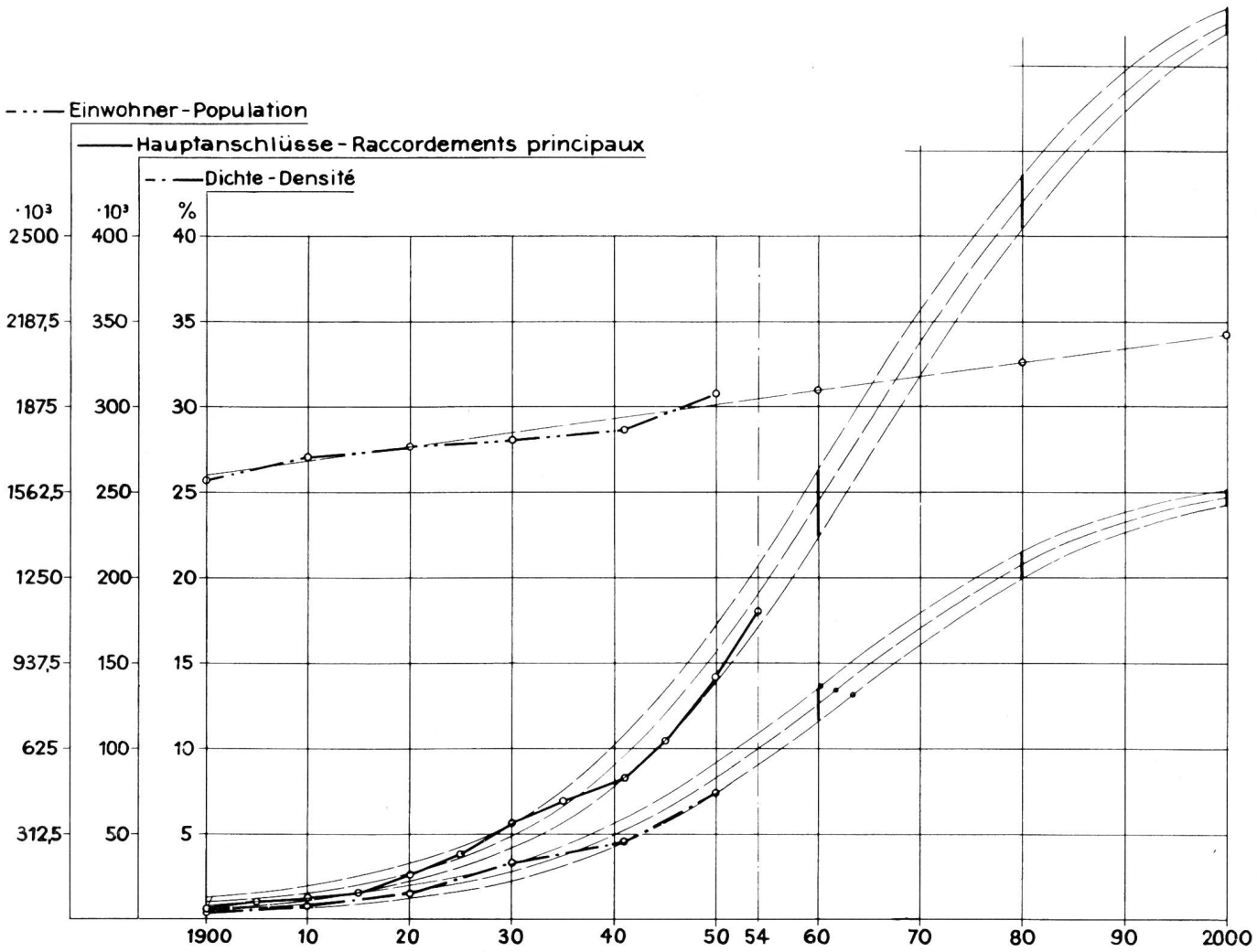

Fig. 12. Développement du téléphone dans les régions rurales

Le *tableau II* ci-dessous donne les nombres d'abonnés et les densités probables à la fin des années 1960, 1970 et 1980, ainsi que les augmentations pour les périodes correspondantes.

Tableau II. Nombre, densité et augmentation probables des raccordements téléphoniques, en milliers, au cours des 25 prochaines années

Régions		1954	1960	1970	1980
Urbaines	Nombre	378	462	600	700
	Densité	24%	29%	34%	37%
Mi-urbaines	Nombre	157	198	272	335
	Densité	15%	19%	24%	28%
Rurales	Nombre	180	244	338	421
	Densité	10%	13%	17%	21%
Montagneuses	Nombre	29	38	50	61
	Densité	10%	13%	17%	21%
Suisse	Nombre	744	942	1260	1517
	Densité	16%	19%	24%	28%

Augmentations

Régions	1954–1960	1960–1970	1970–1980
Urbaines	84	138	100
Mi-urbaines	41	74	63
Rurales	64	94	83
Montagneuses	9	12	11
Suisse	198	318	257

De 1954 à 1960, l'augmentation totale probable est ainsi de 198 000 raccordements; jusqu'en 1970, elle atteindra 516 000 et jusqu'en 1980, 773 000; le nombre de raccordements aura alors approximativement doublé. Ces chiffres montrent que le développement du téléphone est loin d'être terminé et qu'il faut s'attendre encore à une très forte augmentation des abonnés au cours des prochaines années, en tant que la situation économique et la conjoncture actuelles ne varient pas trop. Notons que les chiffres d'augmentation ci-dessus se rapportent à l'augmentation nette du nombre de raccordements, donc déduction faite des résiliations.

La densité maximum probable, trouvée égale à 31...32%, peut être justifiée avec une approximation suffisante en cherchant quel pourrait être aujourd'hui

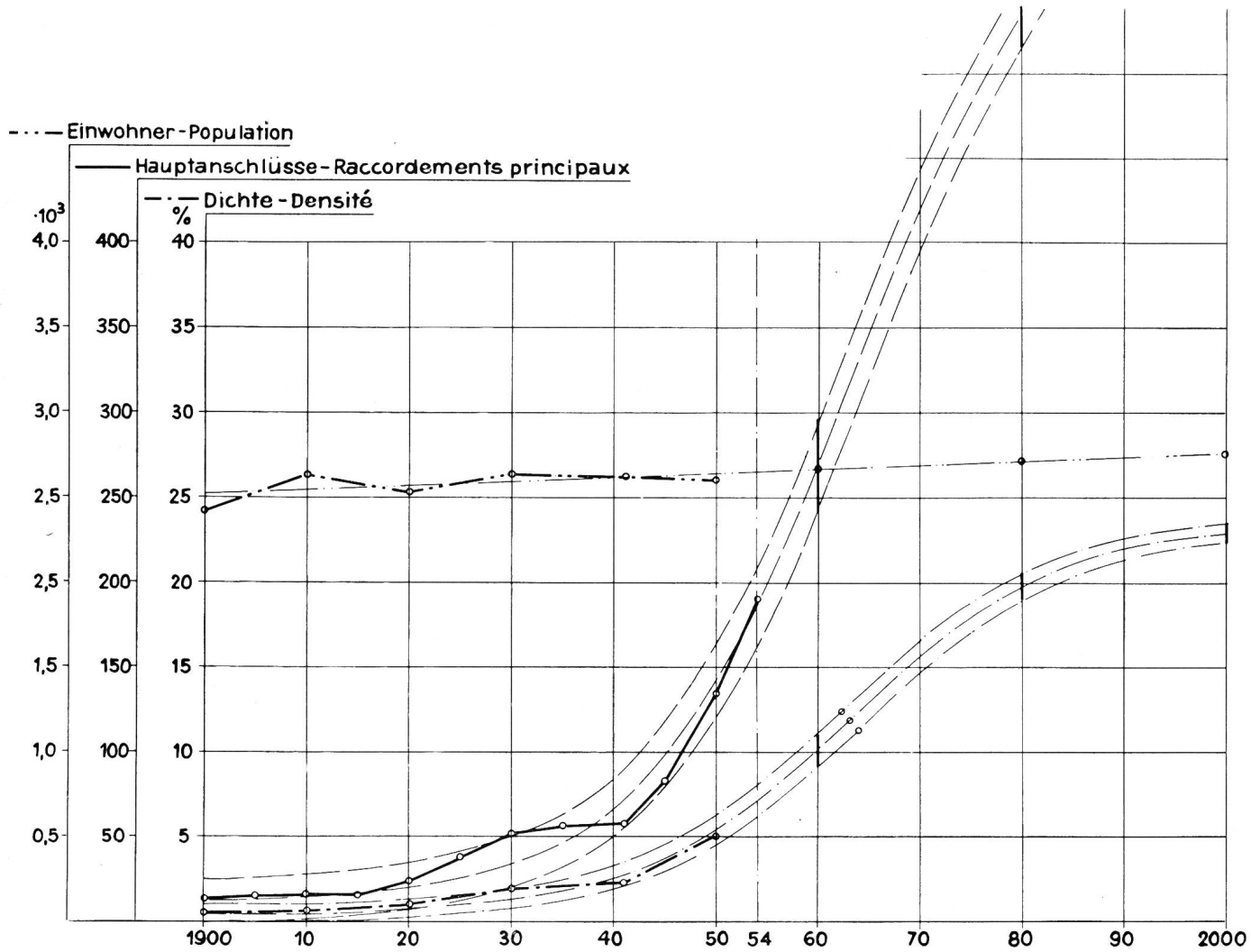

Fig. 13. Développement du téléphone à Rue (rural)

le nombre maximum de raccordements en se fondant sur ce qui a été dit précédemment. Ce nombre serait ainsi égal à celui des communautés résidentielles et professionnelles. Il n'est toutefois guère probable que chaque «ménage», au sens de ce mot adopté pour le recensement, ait un jour le téléphone. En effet, lors des recensements, les personnes seules, sous-locataires, sont comptées comme «ménage» lorsque le loueur ne fournit ni pension, ni linge; peu de ces personnes s'abonnent au téléphone. Par contre, beaucoup de commerces et d'entreprises ont plusieurs raccordements. Ainsi, en admettant un raccordement par ménage, on compte trop; mais en admettant un raccordement par entreprise ou commerce, etc., on ne compte pas assez. On peut certainement considérer, sans se tromper beaucoup, qu'il y a une certaine compensation entre ces deux catégories et que l'erreur commise en comptant un raccordement par communauté est minime. On arrive ainsi pour la Suisse, en se fondant sur les résultats du recensement de 1950, aux chiffres de:

1 312 204 ménages;
59 110 raisons sociales non individuelles;
237 452 personnes de situation indépendante, sans les agriculteurs et les personnes entrant dans la même catégorie, car ils forment pour la plupart des communautés familiales et les familles sont déjà comptées sous «ménages».

Au total, on trouve ainsi 1 608 766 raccordements possibles, ce qui, pour une population de 4 714 992 âmes, donne une densité de 34,1 %. Ce chiffre correspond sensiblement à la valeur de 31 à 32 % obtenue avec la tangente hyperbolique et la méthode adoptée trouve ainsi une certaine confirmation.

Pour le nombre de raccordements, on a établi le développement en se fondant sur la densité d'une part et sur la population d'autre part, cette dernière étant estimée sur la base d'un accroissement linéaire. On remarquera que la haute conjoncture a également une influence sur l'accroissement de la population (nombre de mariages et de naissances plus élevé, immigration temporaire de main-d'œuvre étrangère). Le dernier chiffre de 4,92 millions d'âmes à fin 1954 dépasse la prévision la plus optimiste émise par le bureau fédéral de statistique en 1951. Il est toutefois fort probable qu'un fléchissement se fera sentir sous peu, également sur ce point; la courbe de la

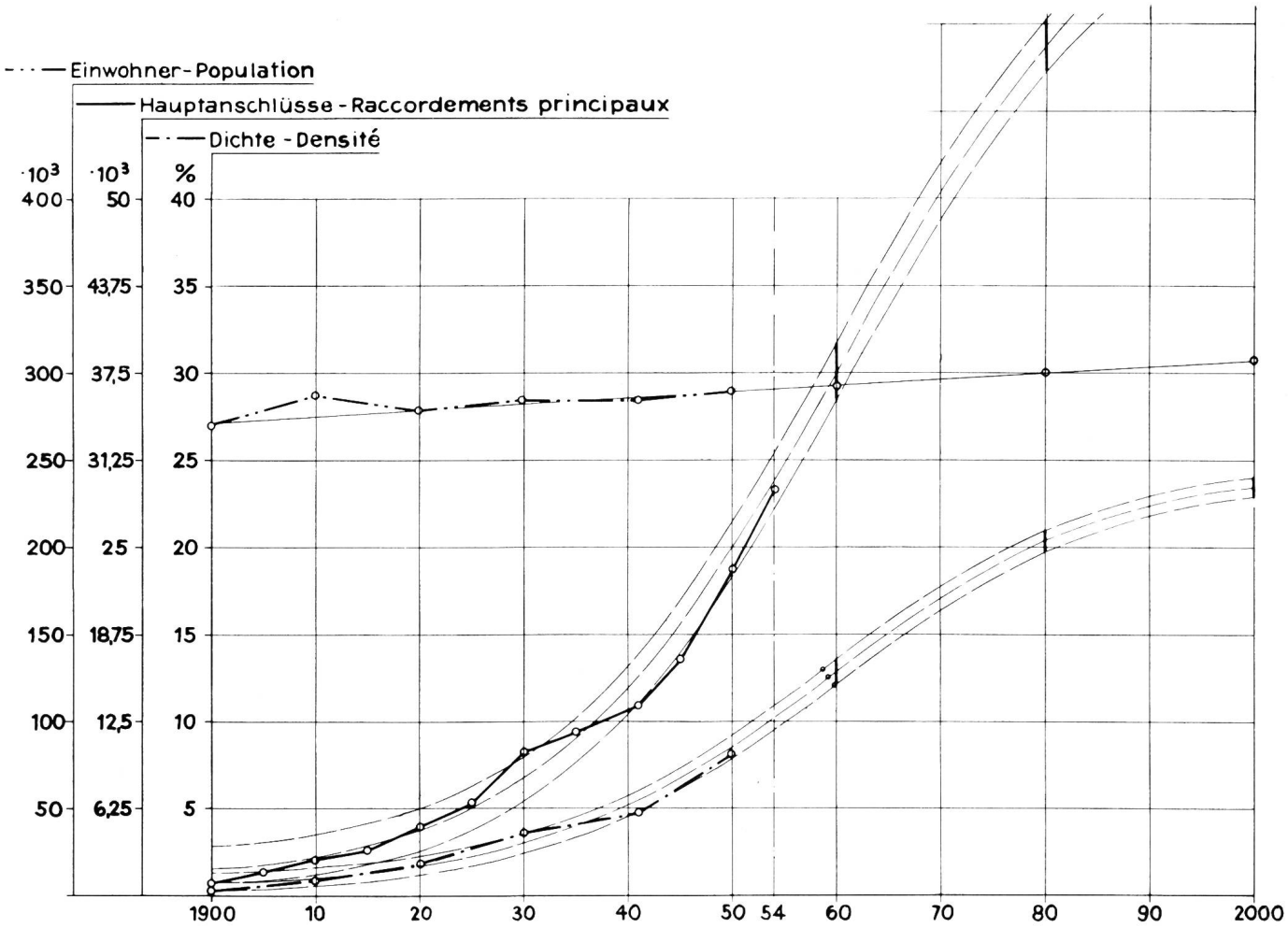

Fig. 14. Développement du téléphone dans les régions montagneuses

population se rapprochera alors de la droite que l'on a supposée représenter l'accroissement pondéré. Ces fluctuations se répercutent naturellement sur le nombre de raccordements téléphoniques.

On a, en outre, analysé la répartition des raccordements téléphoniques et de leur accroissement selon les groupes économiques (voir fig. 4). Alors qu'en 1942 les raccordements de l'industrie et du commerce constituaient 48,2% du total et les raccordements d'appartements 30,3%, la situation est aujourd'hui renversée: l'industrie et le commerce ne totalisent plus que 36,3% des raccordements et les appartements 45,7%. La part de l'industrie et du commerce à l'accroissement net était encore en 1945 de 32,6% et celle des appartements de 50,9%; en 1954, l'industrie et le commerce ne participent plus que pour 18,9% à l'accroissement, tandis que les appartements y contribuent pour 67,6%. On en conclut immédiatement que les besoins de l'industrie et du commerce en téléphone sont près d'être couverts et qu'une certaine saturation se fait sentir dans cette catégorie de raccordements. Il en va tout autrement des raccordements d'appartements, que le mode de vie réclame de plus en plus. Il faut donc s'attendre que la demande de raccordements d'appartements augmente encore pendant ces 10 à 20 prochaines années.

Il est également intéressant de connaître le nombre de stations téléphoniques et leur augmentation par rapport à ceux des raccordements principaux. La figure 5 montre les courbes du nombre de stations, de leur densité par rapport à la population et du rapport nombre de stations/nombre de raccordements. Cette dernière courbe est particulièrement intéressante. Depuis 1900, date à laquelle ce rapport valait 1,11, c'est-à-dire que le nombre de stations était de peu supérieur à celui des raccordements, elle augmente régulièrement jusqu'en 1950, où elle atteint un maximum de 1,56. Dès lors, cette valeur diminue de nouveau. Même si cette diminution est encore minime, tout fait penser qu'elle se poursuivra. En effet, il vient d'être fait allusion à la part prépondérante que les raccordements d'appartements prenaient et continueraient à prendre, ces prochaines années, à l'accroissement des raccordements téléphoniques. Ces raccordements, à part quelques rares exceptions, n'ont qu'une seule station. La part des raccordements d'entreprises, de commerces, etc., qui possèdent pour la plupart d'importantes installations comprenant plusieurs stations par raccordement principal, est en diminution. Il est donc logique que le rapport stations/raccordements diminue. Prédire autour de quelle valeur il se stabilisera n'est

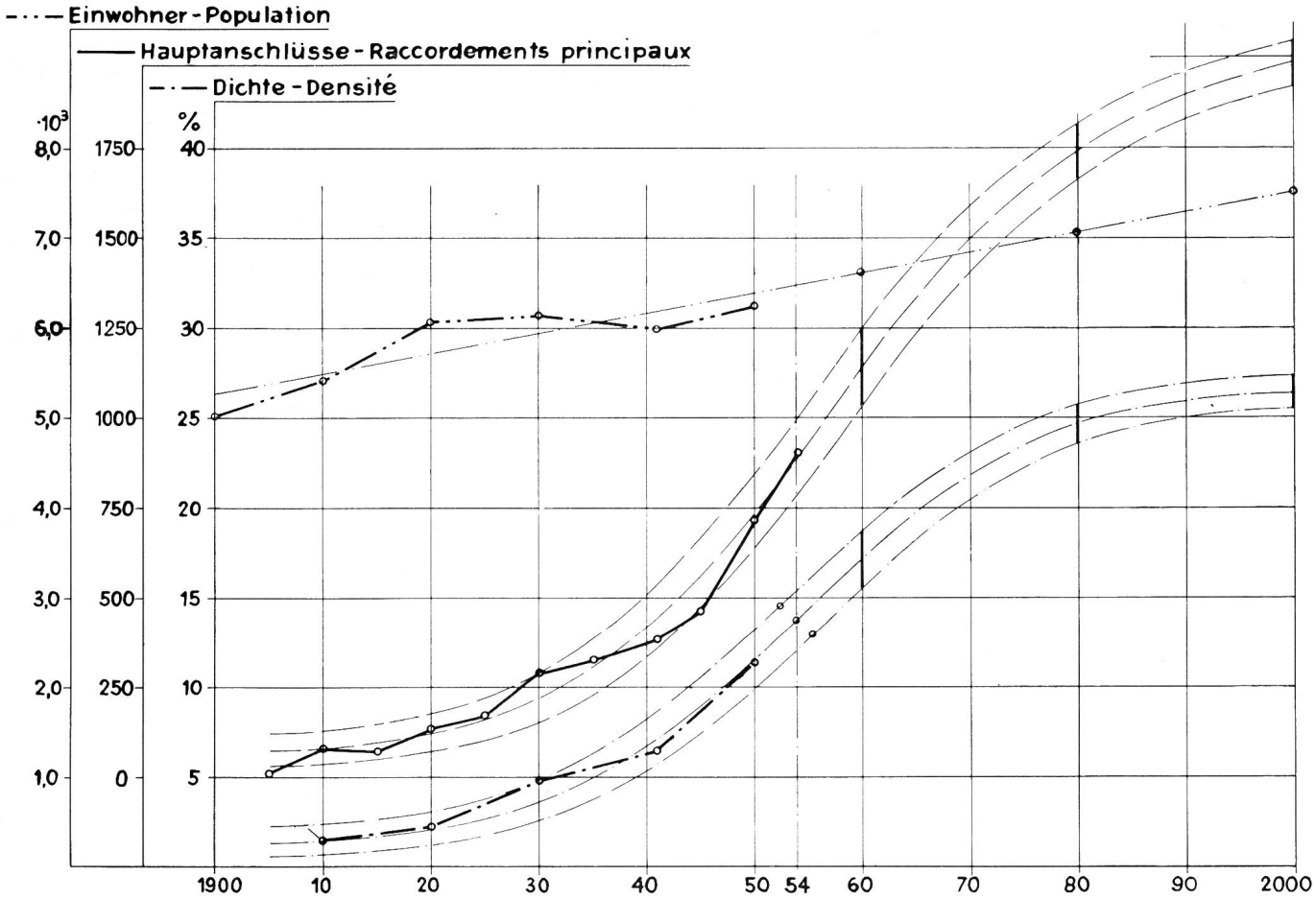

Fig. 15. Développement du téléphone à Gstaad–Saanenmöser–Gsteig (montagneux – tourisme)

guère possible aujourd'hui. On peut cependant dire que l'accroissement du nombre de stations ne sera plus aussi rapide que celui des raccordements.

A titre comparatif, on a dressé le graphique du développement de la diffusion radiophonique en Suisse (voir fig. 6). Ce développement a été beaucoup plus rapide que celui du téléphone, il ne présente pas non plus exactement les mêmes symptômes. La radio est avant tout moins coûteuse que le téléphone et elle correspond à un certain besoin d'évasion, de dérivatif auquel ne saurait satisfaire le téléphone et qui explique son expansion plus rapide. On peut toutefois admettre que son développement obéit aux mêmes lois générales qui ont permis de définir la «loi naturelle» du développement téléphonique. Ce fait semble confirmé par l'expérience. Le développement pondéré de la densité des abonnés à la diffusion radiophonique suit aussi la loi de la tangente hyperbolique. Le milieu du développement a été atteint en 1942/43; le premier fléchissement se remarque en 1945; la saturation sera effective dès 1970 environ, date à partir de laquelle la densité se maintiendra aux environs de 30%. Cette densité maximum se justifie également en cherchant le nombre maximum d'abonnés auquel on pourrait s'attendre actuellement. Ce nombre est approximativement égal au nombre de ménages trouvé précédemment. Dans ces conditions, on trouve une densité maximum probable de 28%, chiffre qui épaule les conclusions précédentes.

De cette comparaison, on conclut que la «loi naturelle», que nous avons définie, semble bien correspondre au développement pondéré et des abonnés à la diffusion radiophonique et des abonnés au téléphone. Le développement de la diffusion radiophonique étant plus avancé que celui du téléphone, il en résulte une certaine confirmation de la théorie exposée.

3.2. Régions urbaines

La figure 7 montre le développement dans ces régions. On constate dans l'ensemble les mêmes périodes de développement que pour la Suisse. La saturation sera atteinte avec une densité de 38 à 40% et se fera sentir à partir de 1980 environ. Ce chiffre élevé s'explique par la plus forte concentration de l'industrie et du commerce dans les centres urbains, comme aussi par le nombre plus faible de personnes par ménage comparé à la campagne ou à la montagne. Actuellement, le point d'inflexion de la loi naturelle serait dépassé, ce qui permet de conclure qu'un léger fléchissement est probable.

La population s'accroît également à un rythme accéléré. Il en résulte que le nombre de raccordements téléphoniques continue d'augmenter très rapidement.

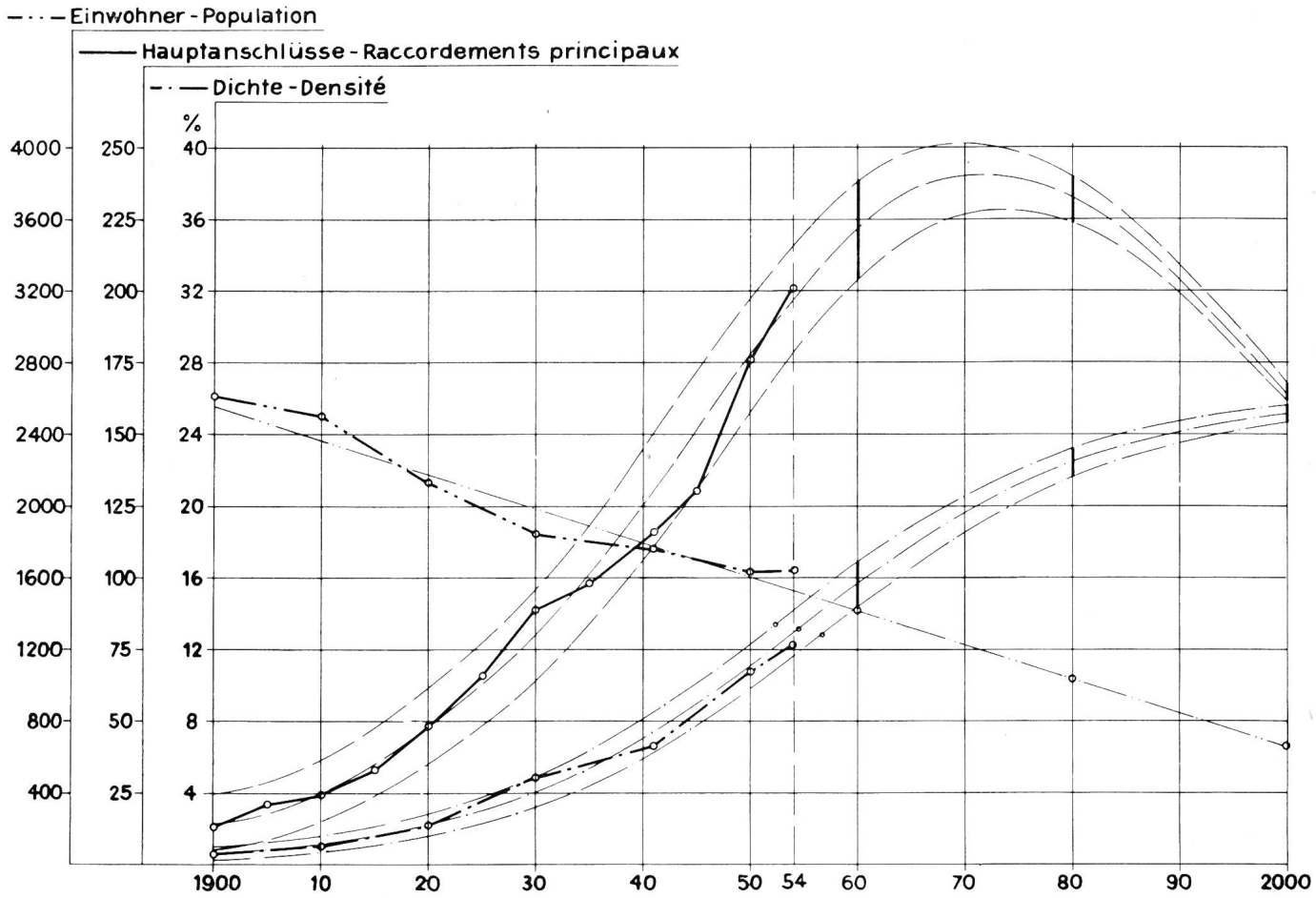

Fig. 16. Développement du téléphone aux Verrières–Les Bayards (montagneux – dépeuplement)

Cette allure se maintiendra encore pendant ces prochaines années.

A titre documentaire, on a tracé les courbes de développement relatives au réseau local de Lausanne (fig. 8). Le développement dans son ensemble est similaire à celui des régions urbaines. Selon ce graphique, la densité atteindra 38 % au maximum. En se basant sur le nombre de ménages, d'industries, de commerces, d'entreprises, etc. en 1950, on a trouvé un maximum possible de 40 %. La courbe de développement tracée serait ainsi légèrement pessimiste.

La population augmente assez brusquement depuis 1950, ce qui se répercute évidemment sur le nombre des abonnés. Ce dernier continuera à croître assez rapidement au cours des prochaines années.

3.3. Régions mi-urbaines

La figure 9 montre ce développement. On constate un léger retard par rapport aux régions urbaines, puisque le point d'inflexion de la «loi naturelle» ne sera atteint qu'en 1957. Le développement continuera donc selon toute probabilité à être rapide au cours des 10 prochaines années.

La densité maximum sera d'environ 32 à 33 %, soit un peu moins élevée que pour les régions urbaines, les régions mi-urbaines considérées étant pour une bonne part essentiellement résidentielles. La saturation se fera sentir à partir de 1990–2000 environ; c'est toutefois quelque peu hasarder que de prédire si loin.

Nous avons étudié en particulier les réseaux de Locarno (fig. 10) et de Thalwil (fig. 11). A un caractère résidentiel, Locarno allie un caractère touristique. Cela explique, pour une part, que le développement soit légèrement en avance par rapport à la moyenne des régions mi-urbaines. La population, qui s'est fortement accrue entre 1941 et 1950, augmente moins rapidement ces dernières années et tend à se rapprocher de la courbe pondérée. Les années de crise, 1930 à 1935, se sont particulièrement fait sentir (tourisme).

Thalwil est de caractère essentiellement résidentiel. On y remarque l'influence de la proximité de la ville de Zurich: la densité y est assez élevée, le développement remarquablement régulier et légèrement en avance sur la moyenne.

3.4. Régions rurales

La figure 12 montre que le développement dans ces régions est encore loin d'être terminé. Ce n'est qu'en 1960–1963 que l'on en sera à mi-chemin. Les régions rurales étant essentiellement agricoles, la densité n'atteindra jamais la même valeur qu'en ville, mais plafonnera vers 26 à 27 %. Jusqu'en l'an 2000, on ne peut pas parler de saturation; elle ne se fera probablement sentir qu'après.

La population s'accroît beaucoup plus lentement que celle des villes. L'accroissement du nombre d'abonnés se poursuivra probablement pendant encore 10 à 15 ans au rythme actuel.

Dans le réseau de Rue, étudié en particulier (fig. 13), l'accroissement de la population est presque nul; le téléphone se développe normalement et suit de près la moyenne suisse dans ces régions. Notons que la crise de 1930 à 1935 a été ressentie assez durement dans ce milieu agricole.

3.5. Régions montagneuses

Contrairement à ce que l'on pourrait supposer, le développement dans ces régions est légèrement plus avancé que dans les régions rurales (voir fig. 14). Ce fait s'explique probablement d'une part par le besoin plus pressant d'avoir une liaison avec le reste du territoire, ces régions étant pour la plupart assez isolées, d'autre part par le caractère touristique de beaucoup de vallées alpestres. Le milieu du développement sera atteint vers 1959; on ne commencera vraisemblablement à sentir l'effet de la saturation qu'aux environs de l'an 2000.

Si, dans l'ensemble, la population de ces régions s'accroît légèrement, il ne faut pas oublier que bien des endroits sont menacés de dépeuplement.

Le nombre des abonnés continuera à augmenter au rythme actuel pendant une quinzaine d'années encore. La crise des années 1930 à 1935 a été également ressentie assez fortement dans ces régions plus vulnérables à ce point de vue.

Si l'on examine le développement dans la région essentiellement touristique de Gstaad (fig. 15), on constate qu'il est légèrement plus avancé et plus rapide que pour l'ensemble des régions montagneuses. L'accroissement des abonnés subira aussi, fort probablement, un léger fléchissement au cours de ces prochaines années.

Dans la région des Verrières (fig. 16), on constate un dépeuplement important. Si ce mouvement devait se poursuivre, ce que l'on a admis, le nombre des abonnés passera par un maximum aux environs de 1970 pour diminuer ensuite. Le développement proprement dit se poursuivra, par contre, normalement. La courbe de la densité suit la «loi naturelle». On se trouve actuellement environ au milieu du développement.

3.6. Conclusions

Le développement réel du téléphone dans les régions et réseaux étudiés semble confirmer la théorie développée, selon laquelle la densité téléphonique se meut selon une tangente hyperbolique. La méthode permet de déterminer le nombre d'abonnés pour ces 20 à 25 prochaines années avec une précision de l'ordre de $\pm$ 5 à 10%, suffisante pour les besoins envisagés.

Connaissant le développement dans le temps du téléphone, il est ainsi possible de fixer le programme général de travail à longue échéance de l'entreprise et, par voie de conséquence, celui des industries et entreprises collaborant à ce développement. Rien ne fait prévoir que, dans un avenir proche, il faille s'attendre à un fort ralentissement. Au contraire, le rythme actuel continuera encore durant 5 à 10 ans.

Pour la planification des réseaux proprement dite, il est aussi nécessaire de chercher à situer ce développement dans l'espace: quels sont les terrains susceptibles d'être construits, quelle est la population maximum que l'on peut prévoir dans telle ou telle zone de construction, quel sera le nombre maximum probable de raccordements dans tel ou tel secteur? Ces renseignements sont indispensables pour établir un plan directeur d'extension rationnel des lignes des réseaux locaux, pour délimiter les secteurs de distribution des centraux, des armoires de distribution et de commutation diverses et pour projeter la construction de nouveaux centraux. On essayera d'établir les méthodes et de donner les éléments nécessaires à cette planification dans une prochaine étude.