

Concepts Fondamentaux

du TETRAPRO, édité par Mr. H. Leijon, UIT



**UNION INTERNATIONALE DES TELECOMMUNICATIONS
INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION
UNION INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES**



Théorie de Base du Télétrafic (T)

CONCEPTS FONDAMENTAUX (TFC)

Contenus

1. Unité du trafic

Intensité d'appel
Temps de maintien
Nombre d'occupations simultanées
Unités de trafic
Volume de trafic

2. Génération du trafic

Résultat possible de l'intention d'appels
Tentatives répétées
Durée des différents appels
Demande de trafic, trafic offert et écoulé, trafic chargé

3. Variations du trafic

Durant la journée, la semaine et la saison
Croissance du trafic
Pic imprévu
Variations à l'intérieur des intervalles courts
Concept de l'heure chargée
Résultat à long terme

4. Principes de dimensionnement

Périodes d'extension
Situation
Exigences de la qualité de service
Variations de congestion
Relation entre revenus et dépenses
Possibilité d'optimisation (théorique)
Solution pratique
Choix des périodes d'extension

5. Cas de connexion

Stationnaire
Trafic d'entrée
Distribution du temps de maintien
Groupage
Recherche (d'une ligne libre)
Appels non réussis
 Système avec perte
 Système avec attente - discipline des files d'attente

1. Unité de trafic

Intensité d'appel

Le trafic téléphonique est généré par des abonnés. Quand l'abonné décide d'appeler par la prise de son récepteur, le centre téléphonique local reçoit une impulsion qui fait commencer un nombre d'actions rendant possible la réception des informations numériques du demandeur, le centre téléphonique peut donc connecter l'abonné appelant avec l'abonné désiré. Quand le centre est prêt de recevoir le nombre désiré, la tonalité de numérotage est envoyée à l'appelant. L'appelant peut donc composer le numéro désiré et le centre téléphonique connecte l'appelant au numéro désiré.

La procédure de maintien implique généralement que l'appel est commuté sur un nombre de sélecteurs. Ces sélecteurs peuvent être situés dans le seul centre local d'appel d'abonnés. Cependant, quand le réseau téléphonique est assez grand, la commutation peut passer sur plusieurs étapes de commutation dans différents centraux. Par conséquent, une unité de commutation manipulant l'appel peut demander une autre unité de commutation qui peut être géographiquement proche ou loin, de continuer la procédure de commutation. Quand il est fait ainsi, l'information concernant la destination désirée doit également être transférée. Finalement, quand la dernière étape de commutation est passée, la sonnerie de l'abonné demandé sonne en indiquant que quelqu'un l'appelle.

La procédure de maintien pour un appel téléphonique implique par conséquent des séries de demandes pour l'appel à être en défilé. Le nombre total de telles demandes à l'unité de commutation - ou abonné - par unité de temps est l'intensité d'appel.

Par conséquent, la première unité de commutation dans la chaîne de sélection reçoit les appels des abonnés, l'unité de commutation qui suit reçoit l'appel de l'unité de commutation précédente, et finalement, l'abonné appelant reçoit les appels de la dernière liaison dans la commutation et autres équipements commun prenant part dans la procédure de maintien recevront alors des appels. On peut donc définir l'intensité d'appel pour chaque partie distincte de la chaîne de commutation de l'abonné appelant à l'abonné appelé.

Temps de maintien

Chaque appel qui est accepté signifie que quelques équipements sont occupés pour un certain temps. La longueur de ce temps de maintien dépend de la façon et de la vitesse avec laquelle travaille le commutateur ou le processeur et sur si l'équipement est gardé durant les moments de commutation suivantes et durant la possibilité suivant la conversation entre les deux abonnés ou non. Le temps moyen peut par conséquent varier d'un appel à un autre, dépendant du type d'équipement de commutation utilisé et sa fonction dans la procédure de maintien et sur l'aboutissement de l'appel.

Nombre d'occupations simultanées

Si on considère un seul équipement de commutation, il est facilement compris que l'occupation de cet équipement dépend de combien d'appel reçoit-il et quel est son temps d'occupation par chaque appel.

Si on considère maintenant un groupe d'équipement où chaque équipement peut écouler uniquement un appel à un moment donné, on comprend que le nombre d'équipements occupés peut varier comme montré dans la figure TFC 1/1.

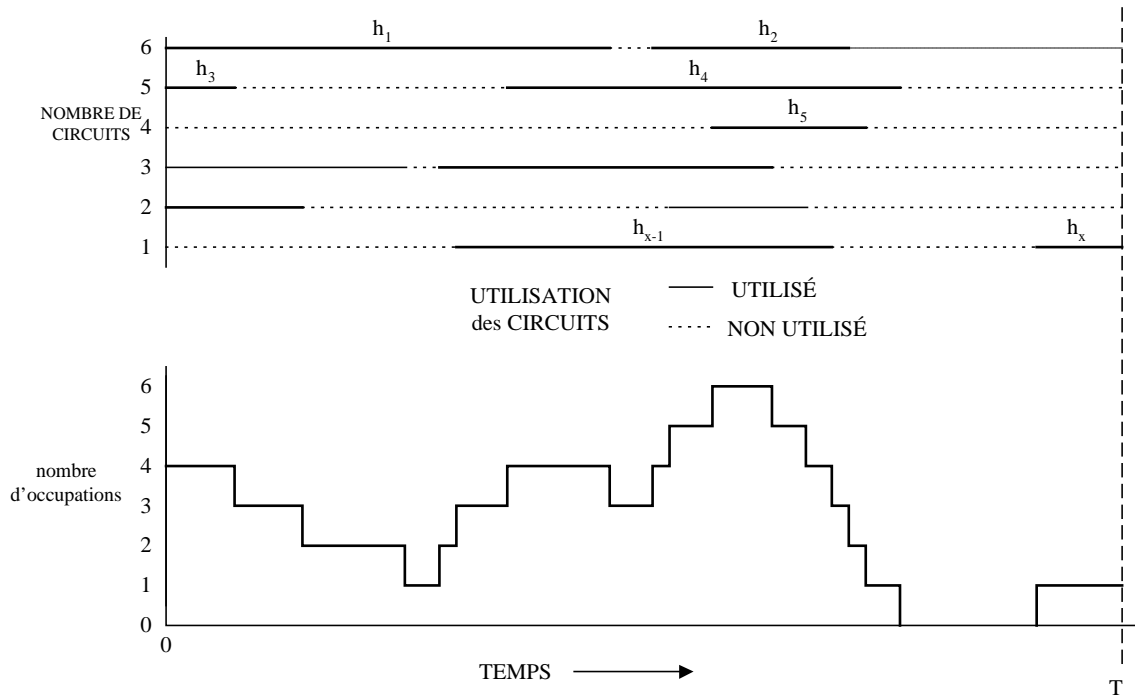


Figure TFC 1/1 : Occupations dans un groupe de six équipements

Le travail total demandé par le groupe peut, pour un intervalle considéré, être exprimé comme

$$x \cdot \bar{h} = \sum_{i=1}^x h_i$$

s'il écoule x appels dans l'intervalle, où \bar{h} est la moyenne de tous les h_i . Soit T la longueur de l'intervalle considéré, alors

$$\frac{1}{T} \sum_{i=1}^x h_i$$

donne le nombre moyen d'occupations.

Cela peut être également écrit

$$\frac{x \cdot \bar{h}}{T}$$

et si $y = \frac{x}{T}$ est le nombre moyen d'appels par unité de temps, on peut écrire par conséquent

$$A = y \cdot \bar{h}$$

(TFC 1.1)

qui est le nombre moyen d'occupations simultanées dans l'intervalle (0, T).

Le nombre moyen d'occupations simultanées est généralement appelé *intensité de trafic*, ou le *flux de trafic*.

Unité de trafic

L' intensité du trafic est souvent appelée trafic.

L'unité de trafic est l'Erlang. Par conséquent, le nombre d'erlanges est simplement le nombre moyen d'occupations pour un intervalle de temps défini.

Le nombre d'erlanges (A) est toujours calculé comme:

$$A = y \cdot h$$

où

y = le nombre d'appels par unité de temps ou le nombre d'occupations nouvelles par unité de temps;

h = la durée moyenne de ces occupations, exprimée comme la même unité de temps.

Exemple:

$$y = 3600 \text{ appels/heure} = 60 \text{ appels/min} = 1 \text{ appels/sec}$$

$$h = \frac{1}{60} \text{ heure} = 1 \text{ min} = 60 \text{ secs}$$

$$A = 3600 \times \frac{1}{60} = 60 \times 1 = 1 \times 60 = 60 \text{ erl.}$$

Le trafic peut également être calculé comme la somme de tous les temps d'occupations divisée par la longueur de la période concernée, comme montré ci-dessus.

Exemple:

La somme de tous les temps de maintien dans un groupe était 225 minutes durant un intervalle de 15 minutes, par conséquent:

$$A = \frac{225}{15} = 15 \text{ erl.}$$

Une troisième manière de calcul de trafic surtout artificielle est de définir quel est le temps d'une, deux, trois, etc., occupations dans le groupe. Supposons que le groupe a n équipements et t_p est la part de l'intervalle de temps total T, il y a exactement p occupations, alors le trafic peut être calculé comme:

$$A = \sum_{p=1}^n p \cdot \frac{t_p}{T}$$

où:

$$\sum_{p=0}^n t_p = T$$

Une méthode pratique des mesures de trafic est d'examiner le groupe dans des intervalles réguliers. La moyenne de ces échantillons donne une estimation du trafic observé, i.e.

$$A = \frac{1}{N} \sum_{v=1}^N f_v$$

où N examens sont faites dans l'intervalle d'observation et le nombre d'équipements trouvés occupés à la v-ème examens est f_v .

Cette méthode a une certaine incertitude statistique dépendant de l'intervalle d'examen, T/N, le temps moyen de prise et le trafic écoulé dans le groupe observé.

L'unité de trafic erlang est une unité acceptée au niveau international. Aux E.U.A. (USA), cependant, l'unité CCS (Cent Appel Seconds) est généralement utilisée dans le travail pratique du trafic. A partir de la définition :

$$\begin{aligned} 1 \text{ erlang (erl)} &= 36 \text{ CCS ou} \\ 100 \text{ CCS} &= 2.778 \text{ erl.} \end{aligned}$$

Volume de trafic

Pour exprimer la somme de tous les temps de maintien écoulés par un groupe durant une période donnée, l'unité erlang-heures est utilisée. Ces temps de maintien sont donc exprimés en heures.

Exemple:

Un groupe écoule 1200 appels sur une période de 24 heures. Le temps moyen de prise était de 2 minutes = 1/30 heure.

$$1200 \times \frac{1}{30} = 40 \text{ erlang heures}$$

Une unité fréquemment utilisée pour les volumes de trafic est le nombre de minutes taxés (pcm) par mois, ou par année. Il est évident que pcm divisé par 60 donne le nombre d'erlang-heures payés.

Les volumes de trafic sont d'intérêt principal pour les considérations de revenu.

Quand on a affaire au concept de trafic, une distinction claire doit être faite entre:

DEMANDE DE TRAFIC
TRAFIC OFFERT
TRAFIC ECOULE

qui sont tous exprimés en erlangs, mais seulement le trafic écoulé peut être mesuré.

2. Génération de trafic

Résultats possibles pour une intention d'appel, tentatives répétées

Quand l'abonné A désire parler à l'abonné B, le résultat est soit l'établissement d'une conversation soit A abandonne. Voir Figure TFC 2/1:

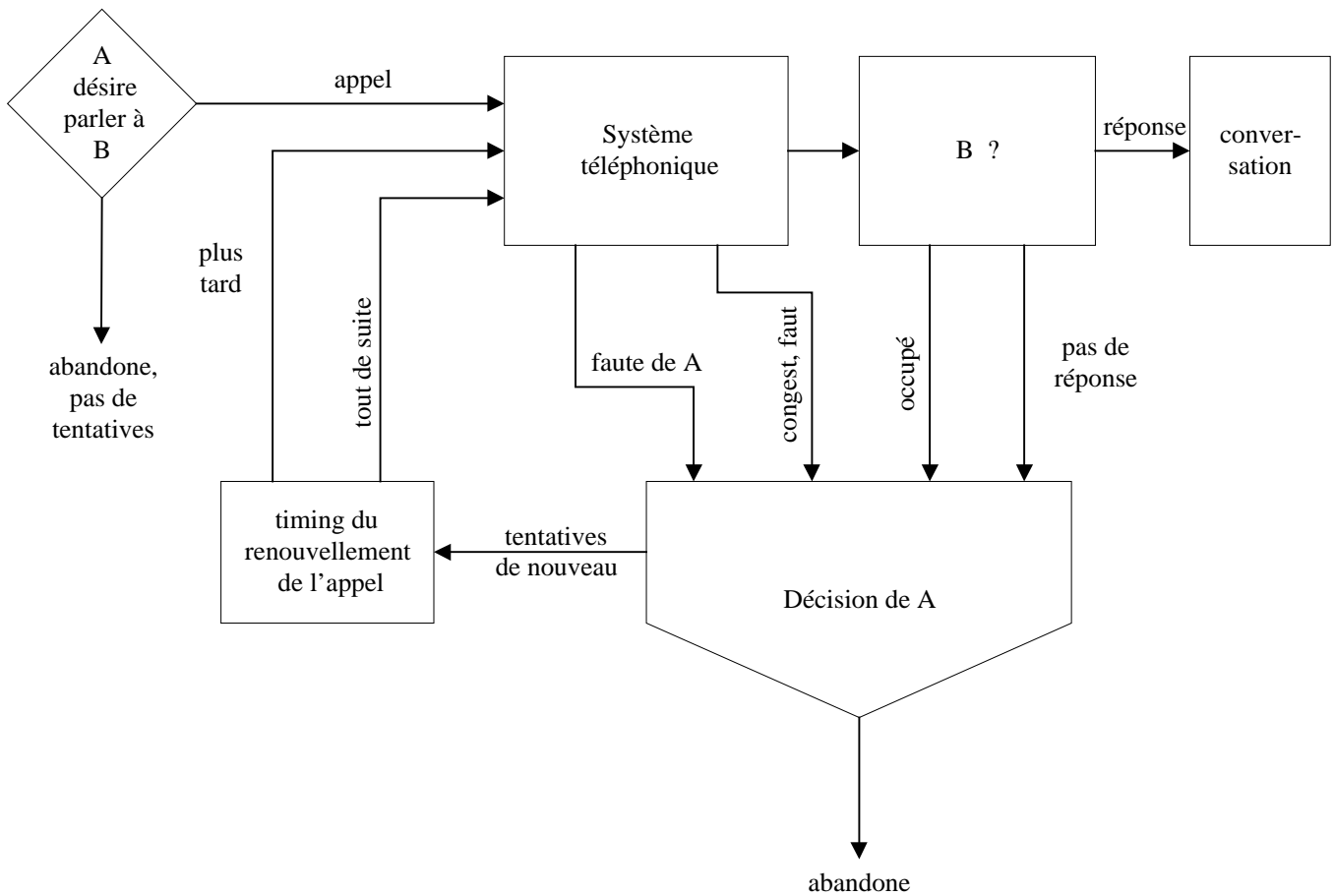


Figure TFC 2/1 : Diagramme d'événements pour l'établissement d'une conversation entre A et B

Il est observé à partir de la TFC 2/1 qu'une conversation peut être établie soit directement ou après un nombre de fautes. La décision de A sur le renouvellement de l'appel peut dépendre de:

- 1) nombre de tentatives précédentes non réussies;
- 2) A sait qu'il a numéroté un faux numéro ou un nombre incomplet;
- 3) A n'est pas sûr s'il a bien numéroté;
- 4) A pense qu'il y a peut être quelques fautes dans le système téléphonique;
- 5) connaissance des habitudes téléphonique de B s'il n'y a pas de réponse ou de signal d'occupation;
- 6) degré d'urgence.

Le temps d'une tentative renouvelée est choisi selon:

- a) estimation de A à cause de la faute;
- b) estimation de A quand il sera valable d'essayer encore;
- c) possibilités de A de renouveler la tentative;
- d) degré d'urgence.

Raisons d'abandon de A :

- α) A considère une nouvelle tentative non nécessaire;
- β) degré d'urgence est bas.

Si A abandonne sans faire de tentative, cela peut signifier qu'il a une faible opinion de la qualité opérationnelle du système téléphonique ou des possibilités d'avoir le maintien de B. L'urgence peut être aussi faible.

Il sera observé à partir de la Figure TFC 2/1 que, des appels offerts au système téléphonique, n'aboutissent pas tous à des conversations.

Les statistiques à partir du système téléphonique avec une bonne qualité de service raisonnable peut avoir l'apparence suivante:

Numérotation incomplète ou erronée (faute par A)	5 - 10 %
Congestion et fautes techniques	1 - 5 %
B engagé	10 - 20 %
B ne répond pas avant A	10 - 15%
<hr/>	
Pas de conversation	30 - 50 %
Conversation	70 -50 %
Nombre de tentatives par appels réussis	1.4

Pour un réseau avec une qualité de service moins bonne et un trafic par abonné élevé, les statistiques peuvent être comme suit:

Numérotation incomplète ou erronée (faute par A)	13 %
Congestion et fautes techniques	25 %
B engagé (raccroche)	20 %
B ne répond pas avant que A raccroche	10 %
<hr/>	
Pas de conversation	68 %
Conversation	32 %
Nombre de tentatives par appel non réussi	4.8

Le nombre d'erreurs de numérotation croit avec le nombre de digits!

Durée des différents types d'appels

- La tentative non réussie occupe toujours les équipements de commutation dans le système téléphonique pour un temps plus court que la conversation. Le temps moyen de prise des commutateurs est par conséquent plus court que le temps moyen de conversation.
- La tentative à la connexion peut être interrompue à tout moment. Cependant, le temps moyen de prise des commutateurs au début de la chaîne de commutation est plus court que celle des commutateurs à la fin de la chaîne (voir Figure TFC 2/2).

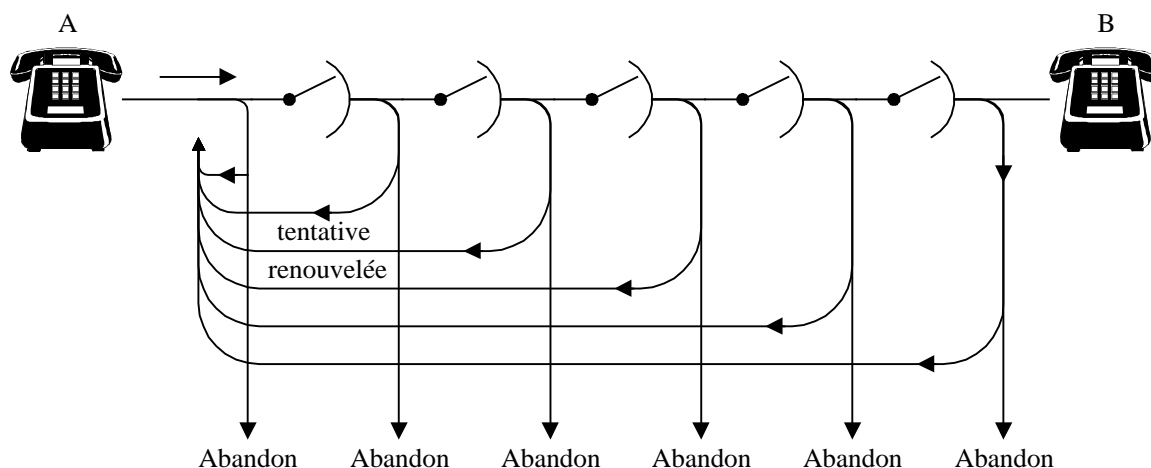


Figure TFC 2/2 : Une tentative de connexion peut être interrompue partout dans la chaîne de commutation de A vers B, mais une tentative renouvelée commence toujours du début

La durée des différents types d'occupations des étages secteur varie considérablement comme suit à partir de cette table :

Type d'occupation	Temps moyen de prise typique en secs.
Conversation, appel local	45 - 120
Conversation, appel longue distance	180 - 300
Conversation, appel international	300 - 600
A abonné, écoute le retour d'appel quand il n'y a pas de réponse	20
A abonné, écoute la tonalité d'occupation	5
Temps entre la tonalité de numérotation et le début de numérotation	2
Temps de numérotation par numéro	1.5 (cadran) 0.6 (clavier)
Temps à la prochaine tentative	30

Il suit que plusieurs étages de commutation écoulent un mélange de différents type d'appels et que leur temps de maintien et leurs fréquence peut varier considérablement.

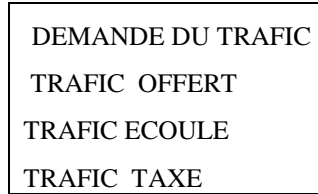
Le changement du temps moyen de prise dans la chaîne de connexion de l'abonné appelant à l'appelé peut être illustrée par les valeurs suivantes obtenues dans le centre local:

Etage	Temps moyen de prise, secs
Etage d'abonné, trafic de départ	80
Premier sélecteur de groupe	100
Second sélecteur de groupe	120
Etage d'abonné, trafic d'arrivée	150
Temps de conversation	220

Si le temps moyen de prise pour les différents types d'appels non réussis et leurs proportions ("l'appel mélange") sont connus, le nombre de tentatives par appels réussis peut être estimé comme le taux d'achèvement, c.à.d. le pourcentage de tentatives qui mènent aux conversations.

Concepts du trafic

Il est nécessaire d'avoir une distinction claire entre les quatre concepts du trafic suivants:



La Demande du trafic (A_D) est le trafic que l'abonné veut réaliser s'il n'y a pas d'obstacles, tels que la congestions, les fautes techniques ou l'abonné B est occupé. La demande de trafic peut aussi varier avec le coût d'appels, alors on peut distinguer entre la demande du trafic au taux fixé et quand le taux du téléphone est varié. La demande du trafic est une quantité hypothétique qui peut être seulement estimée mais non mesurée.

Le Trafic offert (A_O) est le trafic offert au groupe en accord avec une description théorique définie du cas du trafic. Il est aussi par conséquent une quantité hypothétique et il devient significatif seulement s'il est référé au modèle théorique spécifique.

Le Trafic Ecoulé (A_C) est le trafic qui est écoulé par un groupe. Ils se réfèrent aussi bien à une description théorique définie et à la réalité, le deuxième puisque il peut être mesuré.

Le Trafic Taxé est la part du trafic écoulé qui est taxé à l'abonné. Le trafic écoulé et le trafic taxé diffèrent puisque dans la plus part des cas l'abonné paye uniquement pour les appels ayant répondu. Pour les appels de longue distance et les appels internationaux, la taxe peut commencer un peu tôt, mais non pas avant que l'appel atteigne le premier centre de transit. Par conséquent, les statistiques du trafic taxé donnent uniquement la part du trafic réel écoulé.

Les expressions suivantes peuvent être utilisées pour A_D , A_O et A_C :

$$\left. \begin{aligned} A_D &= y_D \cdot h_D \\ A_O &= y_O \cdot h_O \\ A_C &= y_C \cdot h_C \end{aligned} \right\} \quad (\text{TFC 2.1})$$

où y_D , y_O et y_C sont des intensités d'appel et h_D , h_O , h_C sont des temps moyens de maintien. Leur ordre de grandeur relatif est:

$$\begin{array}{cccc} A_D & <> & A_O & \geq A_C \\ y_D & <> & y_O & \geq y_C \\ h_D & <> & h_O & \geq h_C \end{array}$$

Le trafic écoulé, A_C , peut être divisé en deux parties:

$$A_C = A_{CC} + A_{CF} \quad (\text{TFC 2.2})$$

où A_{CC} = trafic de conversation

A_{CF} = trafic causée par des tentatives non réussies

On peut donc exprimer A_{CC} et A_{CF} comme suit:

$$\left. \begin{aligned} A_{CC} &= y_{CC} \cdot h_{CC} \\ A_{CF} &= y_{CF} \cdot h_{CF} \end{aligned} \right\} \quad (\text{TFC 2.3})$$

où généralement $h_{CF} < h_{CC}$ or $h_{CF} \ll h_{CC}$

pendant que la relation entre y_{CF} et y_{CC} dépend du taux d'achèvement.

Congestion

Si l'appel demande être réservé par un groupe qui a déjà tous ses équipements occupés, la congestion arrive. Cela signifie que l'appel ne peut pas être accepté pour le moment. Dépendant du système utilisé, tel qu'un appel peut soit être rejeté (Système avec perte) ou peut être autorisé d'attendre (Système avec attente). Dans le cas précédent, l'abonné appelant reçoit une tonalité d'occupation et doit faire une nouvelle tentative. Dans le dernier cas, les appels en attente seront servis tant qu'un équipement sera libre. Différentes méthodes techniques pour faire écouler les appels en attente existent concernant le choix du prochain à être servi. Ils ont un certain impact sur le calcul théorique du temps d'attente.

En ce qui concerne la congestion dans les système avec perte, une distinction est faite entre:

TEMPS DE CONGESTION
et
CONGESTION D'APPEL

Le Temps de Congestion est le temps pour les quels les appels additionnels ne peuvent pas être servis.

La Congestion d'Appels est la part des appels qui sont rejetés ou forcés d'attendre dans le système avec attente.

Les deux sont des quantités mesurables. Elles peuvent être référées à une description théorique définie d'un cas de trafic.

3. Variations de trafic

Le trafic varie par étape en fonction de l'activité dans la communauté. Cependant, les types suivants de variation sont à portée de la main:

A. *Variations durant la journée*

- a) Les trafics de point arrivent une, deux ou trois fois par jour durant les jours normaux du travail. (Le trafic est toujours faible pendant les dimanches et les jours fériés)
- b) Le trafic maximum n'arrive pas toujours au même temps chaque jour.

B. *Variations durant la semaine*

Certains jours de la semaine peuvent avoir systématiquement un fort trafic plus que d'autres.

C. *Variations saisonnières*

Fort trafic durant certaines parties de l'année et un faible trafic durant d'autres parties. Souvent un fort trafic avant les congés publics les plus importants (Nouvel an, Noël, etc.), et un faible trafic après.

D. *Tendance de croissance*

Le trafic montre généralement une tendance consistante en croissance. Cet accroissement n'est pas uniforme. Cependant, différentes valeurs fortes et faibles peuvent avoir différents accroissement relatif. Il est généralement difficile de distinguer entre la croissance et les variations saisonnière.

E. *Pics imprévus*

Le fort trafic durant une année peut arriver durant une saison de pointe, mais peut arriver occasionnellement durant toute autre partie de l'année.

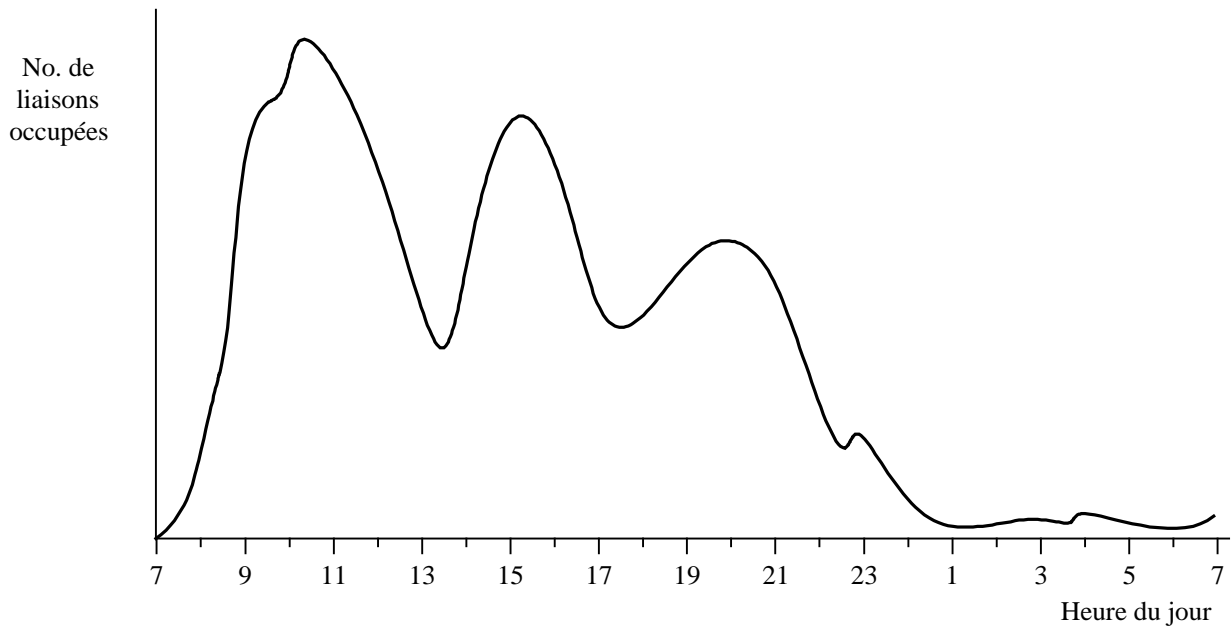


Figure TFC 3/1 : Variations du trafic durant une journée

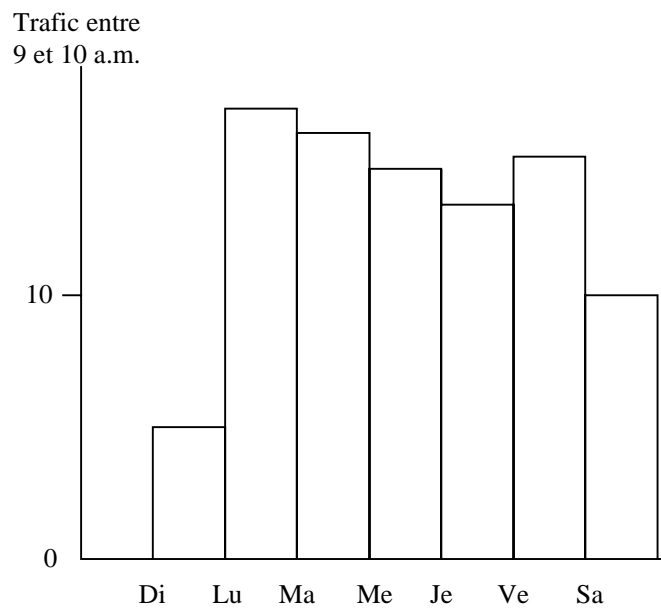


Figure TFC 3/2 : Variations du trafic durant une semaine

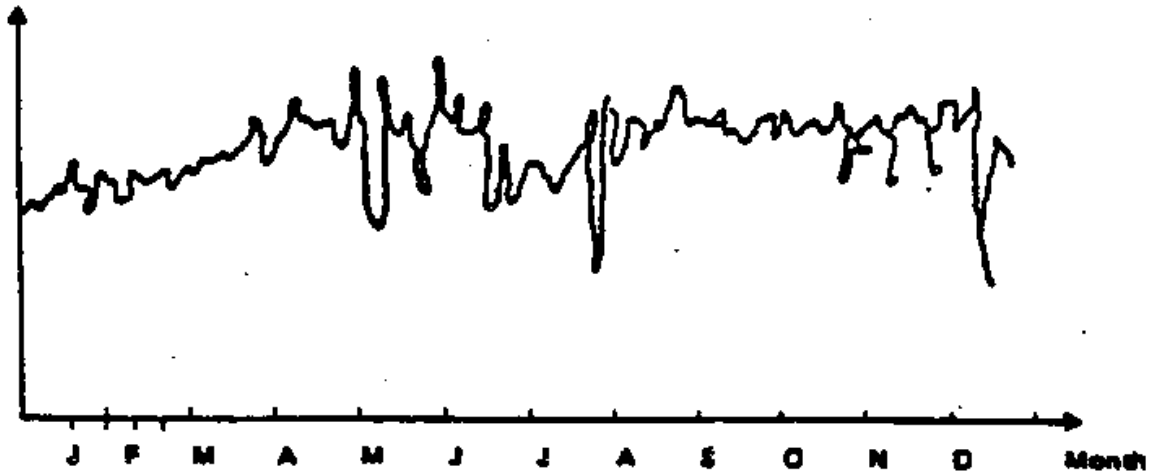


Figure TFC 3/3 : Variations saisonnières durant une année exprimée en trafic de l'heure chargée 9-10 a.m., toutes les trois journées normales du travail

F. *Variations à l'intérieur des courts intervalles*

Si le nombre d'occupations simultanées dans un groupe est étudié pour un court intervalle, telle que une heure, on constate qu'il varie d'une manière irrégulière. Ces variations peuvent être décrites comme variations aléatoires. Dépendant du temps de la journée, le nombre d'occupation peut montrer une tendance avec le temps où elle croit décroît ou reste approximativement dans un niveau constant.

La théorie du trafic basée sur les conditions durant l'heure chargée, où généralement les variations arrivent autour du niveau moyen, avec une tendance moins croissante ou décroissante des autres parties de la journée.

Le trafic montre par conséquent des variations aléatoires comme des variations plus ou moins systématiques. Pour comprendre les valeurs significatives du trafic données en erlangs, il est, cependant nécessaire d'avoir l'information sur comment ont été observés. Echantillons prises durant la saison de pointe, saisons moins élevée et saisons faible peut avoir une signification complètement différente.

L'HEURE de POINTE est la période de 60 minutes durant la journée quand le trafic est élevé dans la LONGUE COURSE (l'heure chargée du temps consistant).

L'HEURE CHARGÉE est la période de 60 minutes de chaque journée quand le trafic est élevé.

Par conséquent, l'heure de pointe et l'heure chargée peuvent ne pas arriver, et l'heure chargée peut arriver aux différents moments de la journée.

La variation de trafic pendant la plus longue période (c.à.d. le trafic pour chaque heure durant l'année) peut être décrit par un histogramme (Figure FTC 3/4).

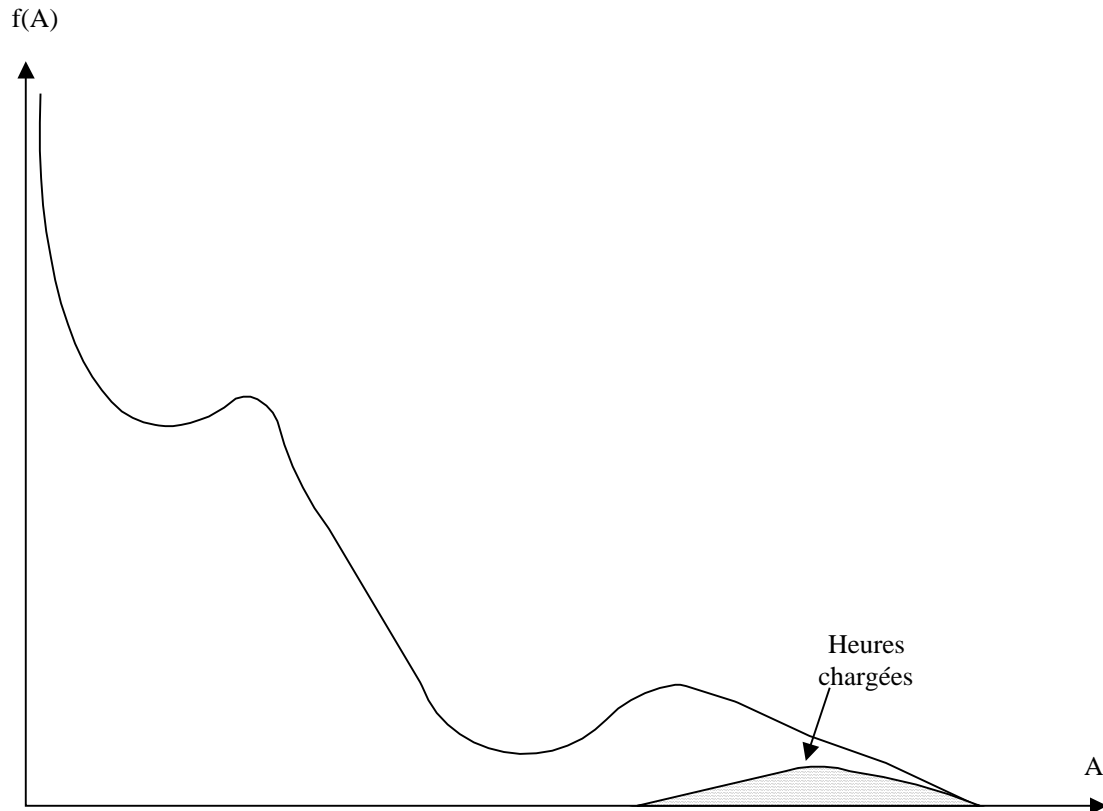


Figure FTC 3/4 : Variations du trafic durant toutes les 8760 heures de l'année.
La zone hachurée est la contribution des heures chargées

Si le trafic durant toutes les 8760 heures de l'année est représenté dans l'histogramme, on peut observer qu'il y a un nombre considérable d'heures avec un très faible trafic. Les valeurs élevées dérivent le plus des heures de pointes (zone hachurée dans le diagramme) mais les heures en dehors des heures de pointe peuvent aussi contribuer à la queue supérieure de la distribution.

Les temps moyens de prise peuvent avoir les deux variations journalière et saisonnière, mais de plus petites grandeurs que les variations du trafic.

La théorie actuelle du trafic peut seulement être utilisée pour le calcul pratique de la congestion quand le trafic est en équilibre, qui correspond vraiment aux conditions durant les trafic de pointe.

4. Principes de dimensionnement

Du faite de la structure et de la conception des systèmes des télécommunications, la provision des équipements ne peut être faite énormément toutes les petites variations temporelles du trafic. Les différentes parties du système doivent, cependant, être extensibles pour des grandes périodes, toujours supérieures à six mois jusqu'à cinq ans. Les périodes d'extension doivent être large afin que les perturbations de congestion soient évitées durant tout la période.

Pour une telle période d'extension, une prévision de trafic est faite et devrait décrire comment le trafic va varier et augmenter. La provision dépend des faits suivants :

- 1) Le revenu du trafic téléphonique dépendra du trafic écoulé, normalement il dépendra du nombre des conversations établies.
- 2) La dépenses dépend de la qualité de service désirée à donner aux abonnés sous des conditions du trafic de pointe.
- 3) La plupart du volume du trafic écoulé est mené aux moments où il n'y a pas particulièrement de congestion.
- 4) Une congestion réelle élevée arrive seulement pendant quelques occasions.

- 5) Ces occasions de forte congestion arrivent à la fin de la période d'extension qu'au début.
- 6) Il n'est pas économiquement réalisable de dimensionner un système téléphonique alors que la congestion n'arrive jamais.
- 7) Une qualité de service améliorée résulte toujours dans un certain accroissement de trafic quand l'avis des abonnés qu'il est devenu facile de faire passer (l'amélioration du trafic croit ou stimulant de trafic).
- 8) Le facteur humain cause toujours plus de fautes que le système téléphonique. Par "le facteur humain" est signifié: fautes par appeler l'abonné, l'abonné appelé engagé, et il n'y a pas d'appel.
- 9) L'abonné individuel n'a pas réagit beaucoup à la congestion ci dessous, dit, 10%.
- 10) Le pic du trafic est généralement non affecté par des changements mineurs du taux. Cela parce que le volume de trafic durant l'heure de pointe vient des abonnés professionnels et non pas des personnes privées.

Le problème de dimensionnement :

Quelle est la congestion permise durant quelques heures de l'année?

Durant une période donnée, les variations du trafic durant toutes les heures de l'année peut être décrite comme montré dans la Figure TFC 4/1:

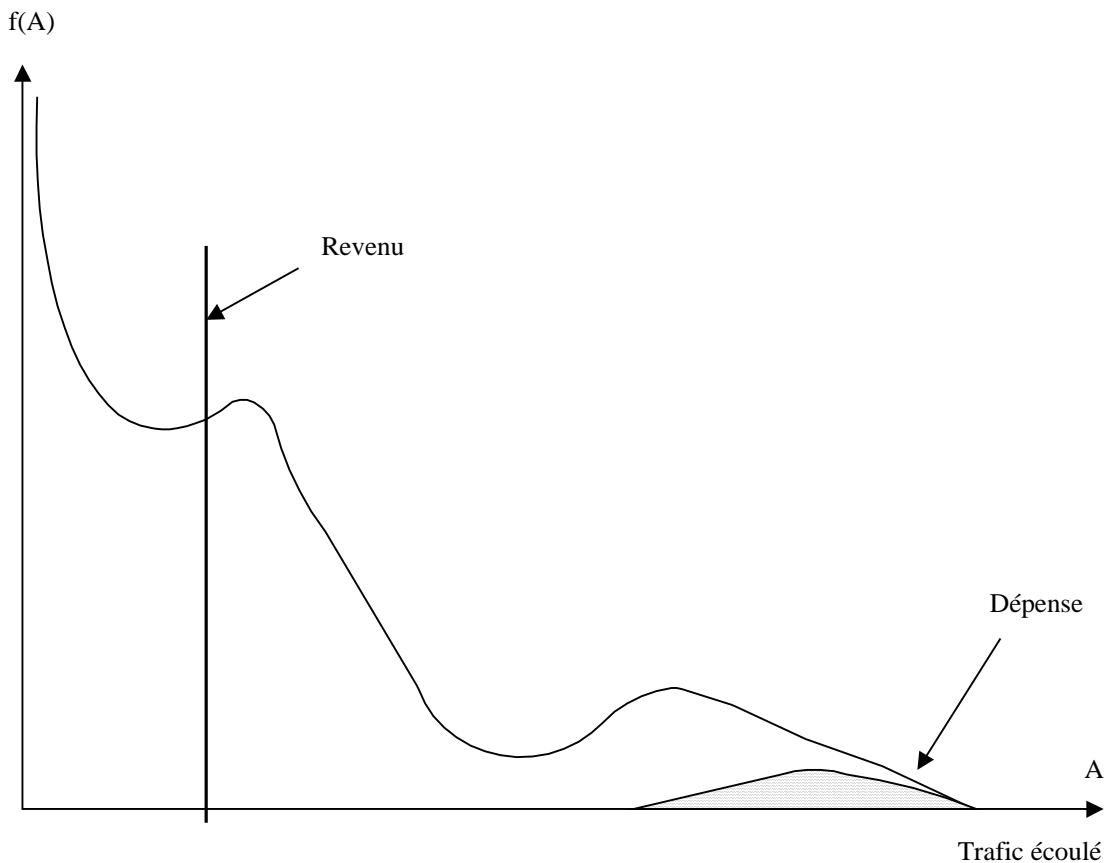


Figure TFC 4/1 : Variations du trafic (toutes les heures) durant une période d'extension

Si un certain nombre de circuits est utilisé pour écouler le trafic ci-dessus, la congestion doit varier comme montré dans la Figure TFC 4/2:

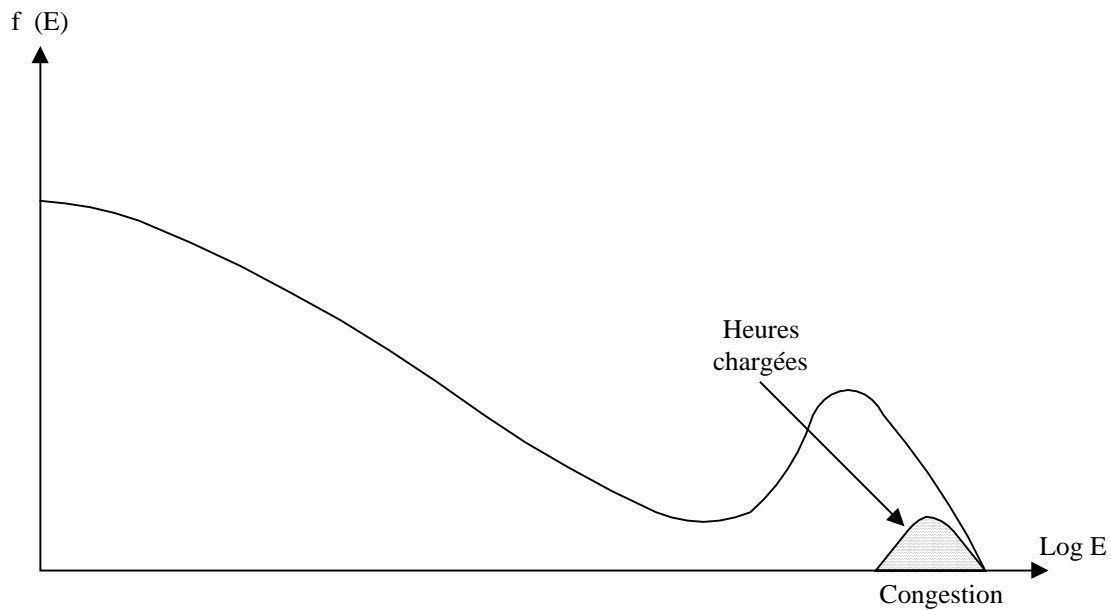


Figure TFC 4/2 : Variation de congestion (toutes heures) durant une période d'extension

Le revenu est approximativement proportionnel au trafic écoulé. Cela signifie que la recette est proportionnelle à la zone entre $f(A)$ et l'axe des x dans la Figure TFC 4/1.

Les dépenses dépendent principalement sur l'autorisation accordée à la congestion pour dépasser certains niveaux donnés.

S'il y a plus d'équipements fournis dans le groupe, la congestion mesurable devra arriver moins fréquemment et, bien sûr, la forte congestion deviendra aussi un événement très rare. Il est compris intuitivement à partir du diagramme dans la Figures TFC 4/1 et TFC 4/2 qu'un changement minime dans le nombre d'équipements dans le groupe ne cause pas un grand changement dans les revenus, alors que les dépenses peuvent être plus proportionnelles directement au nombre des équipements fournis. Cependant, le dimensionnement dépend essentiellement du balancement des dépenses aux exigences de qualité de service, alors cette qualité de service se présente selon combien de fois la congestion excède une certaine valeur.

C'est l'affirmation générale du principe de dimensionnement. Pour l'appliquer en pratique, les administrateurs du téléphone doivent garder à quoi peut être observé particulièrement. Puisque le trafic écoulé est la congestion ne peuvent être observés continuellement, on doit confiner sur la manière de les mesurer réellement.

Une procédure commune est de mesurer le trafic de l'heure chargée sur 5 ou 10 jours spécifiques durant un fort trafic saisonnier chaque année. Plus de mesures peuvent être faites sur plusieurs équipements chers. Généralement, la congestion est aussi mesurée simultanément. Pour contrôler les valeurs quotidiennes de performance et de congestion des services, excédant certain niveaux supérieurs donnés peut aussi être enregistré en dehors de ces périodes de mesure.

Les mesures annuelles sont généralement utilisées comme une base pour les prévisions du trafic. Puisqu'il est connu que ses périodes de mesure ne contiennent pas généralement un fort trafic de pointe de l'année, l'approvisionnement de la commutation et des circuits est choisit de manière à donner plutôt une faible congestion, généralement entre 0.1 et 5 %. Cela pourrait donc souhaitablement sauvegarder contre les perturbations des grandes congestions (20% ou plus) arrivant fréquemment durant les périodes d'extension, pourvu que la prévision est correcte.

Le mécanisme des périodes d'approvisionnement, trafic prévu croît et la qualité de service résultante est illustrée dans la Figure 4/3 où, bien sûr, la qualité de service doit se référer au niveau du trafic défini.

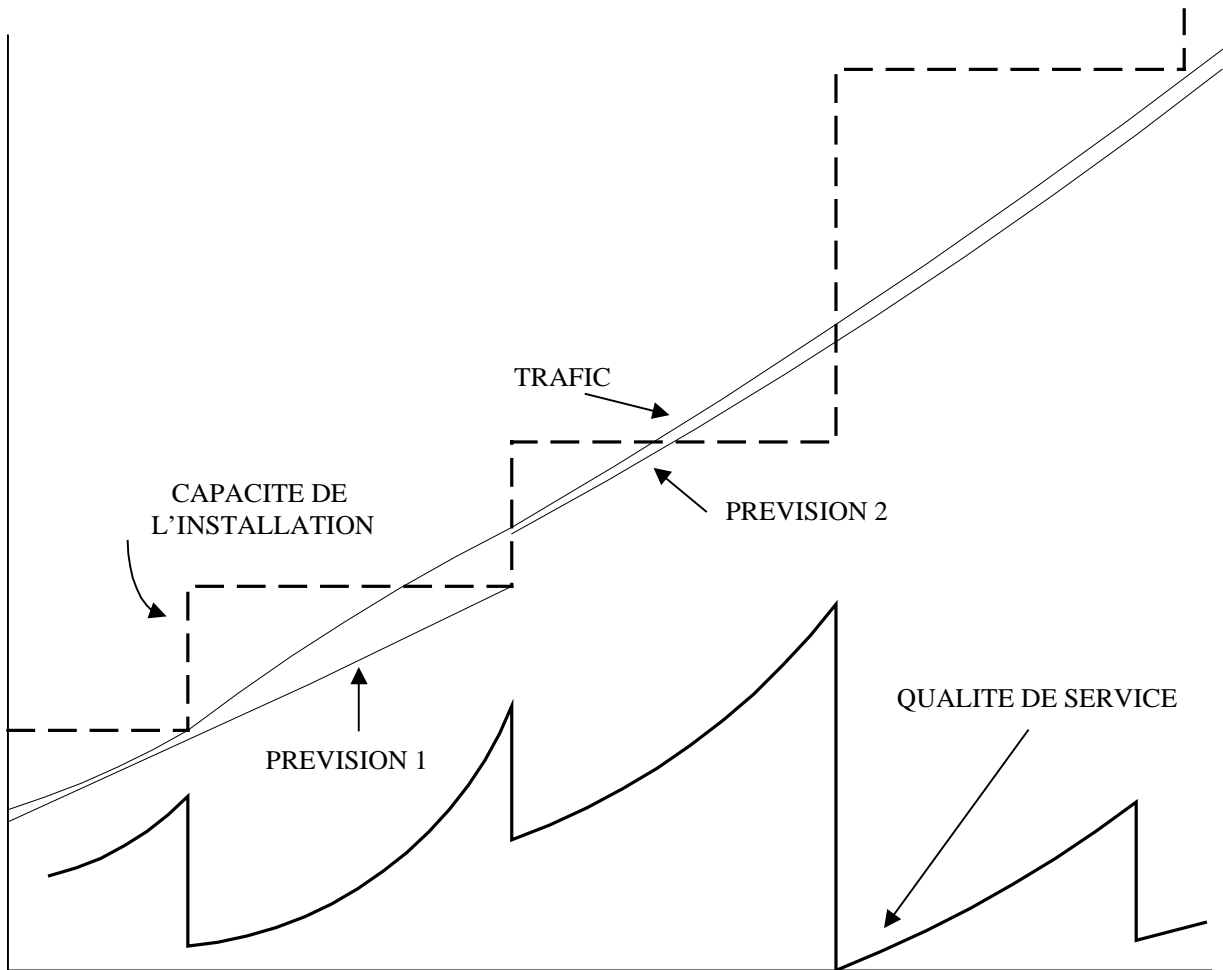


Figure TFC 4/3 : L'effet de la période d'approvisionnement sur la qualité de service

Choix des périodes d'extension

Le choix des étapes et périodes d'extension appropriées est d'une grande importance pour la bonne utilisation économiques des investissements disponibles. Il est ainsi parce que le réseau téléphonique et le trafic téléphonique continu d'accroître.

Le choix des périodes d'extensions appropriées dépend d'un certain nombre de facteurs. Les plus importants sont:

- taux de croissance;
- coût de l'équipement additionnel;
- techniquement les unités d'extension appropriées;
- temps de livraison;
- temps nécessaire pour l'installation d'une extension;
- coordination avec d'autres extensions;
- flexibilité envers les erreurs de prévision;
- coûts d'installation;
- intérêt sur le capital investi;
- recette à partir du trafic;
- limites du capital à investir.

Il est compris que le cher équipement devra être extensible en petites étapes pendant que l'équipement le moins cher peut être extensible en étapes plus larges. Les étapes d'extension optimales sont, cependant, dépendant de l'extension du programme total pour l'ensemble du pays et ne peut pas être considéré pour chaque cas simple. Des ressources limitées d'investissement peuvent, cependant, parfois forcent l'administration du téléphone d'utiliser moins d'étapes d'extension économique.

5. Cas de connexion

Une connexion à travers le système téléphonique prend place dans un nombre de sélections successives. Pour le calcul et l'estimation des caractéristiques du trafic pour chaque étape de sélection, les facteurs qui suivent doivent être définis :

- a) le trafic d'entrée à l'étage;
- b) groupage de l'étage;
- c) comment l'étage écoule les appels d'arrivées (méthode de recherche d'équipement libre);
- d) la procédure de numérotage avec appels non réussis.

Equilibre

La supposition usuelle dans les calculs est l'équilibre statique - "stationnaire" - le trafic est non plus levant ni au rassemblement, et le processus de trafic a été rapproché beaucoup de manière à ce que l'état initial n'a pas de signification.

Les entrées de trafic

L'entrée de trafic est définie par l'intensité d'appel et la distribution de temps de prise.

Intensité d'appel :

Comme une règle, le trafic est décrit selon le nombre de sources individuelles (une source individuelle peut seulement produire un appel dans le temps). Pour l'intensité d'appel, les suppositions usuelles sont :

BE : Entrée de Bernoulli ou d'Engset

Nombre de source limitées, défaut de l'intensité d'appel avec le nombre d'occupations:

$$y(p) = (N - p) \cdot \beta \quad (\text{TFC 5.1})$$

N = nombre de sources

p = nombre d'occupations

β = intensité d'appel par source quand elle est libre (et la source engagée a une intensité d'appel 0)

P = entrée de Poisson input

Nombre de sources infini, intensité d'appel indépendante du nombre d'occupations:

$$y(p) = y \quad y = \lim_{\substack{N \rightarrow \infty \\ \beta \rightarrow 0}} (N \cdot \beta) = \text{fini} \quad (\text{TFC 5.2})$$

NB : Entrée du type binomial négatif

L'intensité d'appel est supposé augmenter avec le nombre d'occupations :

$$y(p) = a + b \cdot p \quad (\text{TFC 5.3})$$

$$y(p) = (N - p) \cdot \beta \quad a = N \cdot \beta$$
$$b = -\beta$$

c.à.d. NB est obtenu à partir de BE si $\beta < 0$ et $N < 0$.

NB est quelques fois utilisée pour la description du trafic avec caractéristiques spéciales.

Distribution du maintien (prise):

Pour les distributions du temps de maintien, une distribution exponentielle négative est toujours supposée.

$$f(t) = \frac{1}{s} \cdot e^{-\frac{t}{s}} \quad (\text{TFC 5.4})$$

Le temps de prise constant peut aussi exister. Les cas impliquant les deux: distributions du temps de prise constante et exponentielle, arrive fréquemment en pratique.

La description d'entrée du trafic doit être basée sur les conditions positives (favorables), tel que le nombre d'appels simultanés qui peuvent être produits par des arrivées.

Groupage

Dépendant de la disponibilité entre les entrées et les sorties, un arrangement de groupage est classifié comme suit:

1. Groupe à accessibilité totale : chaque entrée a accès chaque sortie.
2. Multiplexage gradué: une entrée a accès uniquement à un nombre limité de sorties (disponibilité limitée). Les entrées avec accès aux mêmes sorties exactement constituées en groupe d'entrée. Au moins quelques entrées (circuits sortants) sont communs pour plus d'un groupe d'entrée. Aucun groupe d'entrée n'est dépendant des autres. Il est utilisé quand plus de circuits sont demandés que le sélecteur individuel.
3. Système de liaisons: la connexion des entrées vers les sorties prend place sur un ou plusieurs étages de liaisons. La sélection conditionnelle est appliquée. Sélection conditionnelle = connexion effectuée seulement si l'entrée peut trouver un chemin libre vers les sorties désirées. Les informations nécessaires concernant les liaisons libres et occupées dans le système de liaison ainsi que des connaissances sur la façon de combiner les équipements dans les différents étages, c à d. les marqueurs et processeur de contrôle nécessaires. Utilisé particulièrement dans les systèmes crossbar et systèmes avec programme enregistré.
4. Système de liaison gradué: combinaison de 2 ou 3.

Méthode de recherche

Il y a principalement deux méthodes de recherche:

1. Recherche séquentielle: la recherche d'une sortie libre commence toujours à partir de la même position; la première sortie libre est saisie.
2. Recherche aléatoire: chaque sortie libre a la même probabilité d'être saisie.

La méthode de recherche est d'une faible signification pour les groupes à accessibilité totale.

Les différents équipements pour le multiplexage gradué et les systèmes de liaison pour les différentes de recherche est toujours conseillé.

Appels non réussis

Dépendant de congestion rencontrée, l'abonné doit attendre jusqu'à ce qu'il soit servi ou faire une nouvelle tentative, les systèmes téléphoniques sont classifiés comme:

1. Systèmes avec perte;
2. Système avec attente.

Pour les systèmes avec perte, il peut être supposé, par exemple, que:

- a) les appels non réussis donnent une hausse du non croissance pour l'intensité d'appel à partir des sources bloquées;
- b) Les appels non réussis donnent une hausse aux tentative renouvelées avec une probabilité donnée.

Supposition a) mène au modèle de trafic simples.

Pou les systèmes avec attente il peut, par exemple, être supposé que:

- a) les appels non réussis attendent jusqu'à ce qu'ils soient servis;
- b) les appels non réussis sont abandonnés avec une probabilité donnée;
- c) les appels non réussis attendent pour un temps maximum donné.

Supposition a) mène aux modèles de trafic simples.

Discipline des files d'attente

Dépendant de la façon de choisir les appels en attente dans la queue dans un système avec attente, une distinction est faite entre les méthodes suivantes du servir les files d'attente:

- a) queue ordonnée (premier arrivée, premier servi);
- b) queue aléatoire : chaque appel en attente a la même probabilité d'être servi prochainement, sans accorder de respect à la longueur de queue;
- c) queue avec priorité : chaque appel dans la queue a un nombre de priorité dépendant d'où il vient ou dépendant de l'entrée pour laquelle il attend; l'appel avec la priorité supérieure est servi en premier.

La méthode a) mène d'habitude aux modèles mathématiques simples, alors que c) peut être la méthode la plus utilisée en pratique.