



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

**UIT-T**

SECTEUR DE LA NORMALISATION  
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
DE L'UIT

**E.500**

(11/98)

SÉRIE E: EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU,  
SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES  
SERVICES ET FACTEURS HUMAINS

Qualité de service, gestion de réseau et ingénierie du  
trafic – Ingénierie du trafic – Mesure et enregistrement du  
trafic

---

## **Principes de mesure d'intensité du trafic**

Recommandation UIT-T E.500

(Antérieurement Recommandation du CCITT)

---

RECOMMANDATIONS UIT-T DE LA SÉRIE E

**EXPLOITATION GÉNÉRALE DU RÉSEAU, SERVICE TÉLÉPHONIQUE, EXPLOITATION DES SERVICES ET FACTEURS HUMAINS**

**EXPLOITATION, NUMÉROTAGE, ACHEMINEMENT ET SERVICE MOBILE**

EXPLOITATION DES RELATIONS INTERNATIONALES

|  |             |
|--|-------------|
| Définitions  | E.100–E.103 |
| Dispositions de caractère général concernant les Administrations | E.104–E.119 |
| Dispositions de caractère général concernant les usagers         | E.120–E.139 |
| Exploitation des relations téléphoniques internationales         | E.140–E.159 |
| Plan de numérotage du service téléphonique international         | E.160–E.169 |
| Plan d'acheminement international                                | E.170–E.179 |
| Tonalités utilisées dans les systèmes nationaux de signalisation | E.180–E.199 |
| Service mobile maritime et service mobile terrestre public       | E.200–E.229 |

DISPOSITIONS OPÉRATIONNELLES RELATIVES À LA TAXATION ET À LA COMPTABILITÉ DANS LE SERVICE TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL

|   |             |
|---|-------------|
| Taxation dans les relations téléphoniques internationales                       | E.230–E.249 |
| Mesure et enregistrement des durées de conversation aux fins de la comptabilité | E.260–E.269 |

UTILISATION DU RÉSEAU TÉLÉPHONIQUE INTERNATIONAL POUR LES APPLICATIONS NON TÉLÉPHONIQUES

|                  |             |
|------------------|-------------|
| Généralités      | E.300–E.319 |
| Phototélégraphie | E.320–E.329 |

DISPOSITIONS DU RNIS CONCERNANT LES USAGERS

E.330–E.399

**QUALITÉ DE SERVICE, GESTION DE RÉSEAU ET INGÉNIERIE DU TRAFIC**

GESTION DE RÉSEAU

|  |             |
|--|-------------|
| Statistiques relatives au service international              | E.400–E.409 |
| Gestion du réseau international                              | E.410–E.419 |
| Contrôle de la qualité du service téléphonique international | E.420–E.489 |

INGÉNIERIE DU TRAFIC

|   |                    |
|---|--------------------|
| <b>Mesure et enregistrement du trafic</b>   | <b>E.490–E.505</b> |
| Prévision du trafic   | E.506–E.509        |
| Détermination du nombre de circuits en exploitation manuelle                        | E.510–E.519        |
| Détermination du nombre de circuits en exploitation automatique et semi-automatique | E.520–E.539        |
| Niveau de service   | E.540–E.599        |
| Définitions   | E.600–E.699        |
| Ingénierie du trafic RNIS   | E.700–E.749        |
| Ingénierie du trafic des réseaux mobiles  | E.750–E.799        |

QUALITÉ DE SERVICE: CONCEPTS, MODÈLES, OBJECTIFS, PLANIFICATION DE LA SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT

|  |             |
|--|-------------|
| Termes et définitions relatifs à la qualité des services de télécommunication                                | E.800–E.809 |
| Modèles pour les services de télécommunication   | E.810–E.844 |
| Objectifs et concepts de qualité des services de télécommunication   | E.845–E.859 |
| Utilisation des objectifs de qualité de service pour la planification des réseaux de télécommunication       | E.860–E.879 |
| Collecte et évaluation de données d'exploitation sur la qualité des équipements, des réseaux et des services | E.880–E.899 |

## **RECOMMANDATION UIT-T E.500**

### **PRINCIPES DE MESURE D'INTENSITE DU TRAFIC**

#### **Résumé**

Les concepts d'intensité du trafic et les méthodes de mesure associées sont décrits dans la présente Recommandation. Les concepts de charge normale et de charge élevée y sont définis ainsi que les méthodes qui utilisent les intensités de trafic mesurées pour déterminer la charge qui servira au dimensionnement du système en termes de trafic.

#### **Source**

La Recommandation UIT-T E.500, révisée par la Commission d'études 2 de l'UIT-T (1997-2000), a été approuvée le 9 novembre 1998 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

## AVANT-PROPOS

L'UIT (Union internationale des télécommunications) est une institution spécialisée des Nations Unies dans le domaine des télécommunications. L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'UIT. Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T, lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

Dans certains secteurs des technologies de l'information qui correspondent à la sphère de compétence de l'UIT-T, les normes nécessaires se préparent en collaboration avec l'ISO et la CEI.

## NOTE

Dans la présente Recommandation, le terme *exploitation reconnue (ER)* désigne tout particulier, toute entreprise, toute société ou tout organisme public qui exploite un service de correspondance publique. Les termes *Administration*, *ER* et *correspondance publique* sont définis dans la *Constitution de l'UIT (Genève, 1992)*.

## DROITS DE PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

L'UIT attire l'attention sur la possibilité que l'application ou la mise en œuvre de la présente Recommandation puisse donner lieu à l'utilisation d'un droit de propriété intellectuelle. L'UIT ne prend pas position en ce qui concerne l'existence, la validité ou l'applicabilité des droits de propriété intellectuelle, qu'ils soient revendiqués par un Membre de l'UIT ou par une tierce partie étrangère à la procédure d'élaboration des Recommandations.

A la date d'approbation de la présente Recommandation, l'UIT n'avait pas été avisée de l'existence d'une propriété intellectuelle protégée par des brevets à acquérir pour mettre en œuvre la présente Recommandation. Toutefois, comme il ne s'agit peut-être pas de renseignements les plus récents, il est vivement recommandé aux responsables de la mise en œuvre de consulter la base de données des brevets du TSB.

© UIT 1999

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.

## TABLE DES MATIÈRES

|  | <b>Page</b> |
|--|-------------|
| 1 Introduction .....   | 1           |
| 2 Références normatives .....  | 1           |
| 3 Définitions .....  | 1           |
| 4 Abréviations .....   | 2           |
| 5 Concepts relatifs à l'intensité du trafic .....  | 2           |
| 5.1 Rappel.....  | 2           |
| 5.2 Concept d'intensité du trafic et stationnarité .....   | 3           |
| 5.3 Hypothèses retenues pour la présente Recommandation .....  | 4           |
| 5.4 Intensité du trafic mesurée.....   | 4           |
| 5.5 Convergence de l'intensité du trafic mesurée et choix de la période d'observation ...  | 5           |
| 6 Méthodes de mesure et intensités de trafic correspondant à une charge normale ou élevée.....   | 6           |
| 6.1 Méthodes de mesure journalière.....  | 6           |
| 6.2 Groupement des mesures journalières.....   | 7           |
| 6.3 Intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées.....  | 7           |
| 6.4 Considérations relatives aux mesures de service .....  | 8           |
| 7 Détermination des valeurs d'intensité de trafic à utiliser pour le dimensionnement des ressources .....                                      | 9           |
| 8 Rappel.....  | 10          |
| Annexe A – Exemple d'intensité de trafic stationnaire avec des durées d'occupation des ressources supérieures à la période d'observation ..... | 10          |



## Recommandation E.500

### PRINCIPES DE MESURE D'INTENSITÉ DU TRAFIC

(révisée en 1998)

#### 1 Introduction

La présente Recommandation porte sur les mesures d'intensité du trafic pour des systèmes de trafic à pool de ressources et à événements d'arrivée aléatoires nécessitant l'utilisation d'un certain nombre de ressources communes pendant un certain temps. Elle porte aussi bien sur les systèmes de trafic avec file d'attente que sur les systèmes sans file d'attente. Seuls les systèmes de trafic à pool de ressources du même type y sont étudiés. Les mesures d'intensité du trafic définies se rapportent à l'utilisation de modèles de processus d'arrivée stationnaires pour caractériser le trafic pendant les intervalles de mesure.

#### 2 Références normatives

La présente Recommandation se réfère à certaines dispositions des Recommandations UIT-T et textes suivants qui de ce fait en sont partie intégrante. Les versions indiquées étaient en vigueur au moment de la publication de la présente Recommandation. Toute Recommandation ou tout texte étant sujet à révision, les utilisateurs de la présente Recommandation sont invités à se reporter, si possible, aux versions les plus récentes des références normatives suivantes. La liste des Recommandations de l'UIT-T en vigueur est régulièrement publiée.

- Recommandation UIT-T E.492 (1996), *Période de référence du trafic*.
- Recommandation UIT-T E.501 (1997), *Estimation du trafic offert sur le réseau*.
- Recommandation E.503 du CCITT (1992), *Analyse des données des mesures de trafic*.
- Recommandation E.504 du CCITT (1988), *Gestion des mesures de trafic*.
- Recommandation E.506 du CCITT (1992), *Prévision du trafic téléphonique international*.
- Recommandation E.507 du CCITT (1988), *Modèles de prévision du trafic international*.
- Recommandation E.508 du CCITT (1992), *Prévisions relatives aux nouveaux services de télécommunication*.
- Recommandation UIT-T E.600 (1993), *Termes et définitions relatifs à l'ingénierie du trafic*.

#### 3 Définitions

La présente Recommandation définit les termes suivants:

**période de pointe journalière (DPP, *daily peak period*):** mesure de trafic consistant à mesurer quotidiennement l'intensité du trafic pendant des périodes d'observation consécutives et à ne relever que l'intensité maximale du trafic. Cette méthode nécessite des mesures continues.

**intervalle de mesure journalière fixe (FDMI, *fixed daily measurement interval*):** mesure de trafic consistant à mesurer chaque jour l'intensité du trafic pendant un intervalle de temps prédéterminé (c'est-à-dire pendant des périodes d'observation consécutives de la journée) qui est celui pendant lequel on observe des charges de trafic correspondant aux périodes de pointe. L'intensité maximale du trafic mesurée est relevée pour la journée.

**charge normale:** correspond à des conditions d'exploitation fréquentes du réseau pour lesquelles il faut répondre aux attentes des utilisateurs.

**charge élevée:** caractérise des conditions d'exploitation peu fréquentes pour lesquelles il n'est pas toujours possible de répondre aux attentes des utilisateurs du service, mais pour lesquelles le niveau de performance obtenu est suffisant pour éviter un trop grand mécontentement de l'utilisateur, la propagation des encombrements, etc.

**intensité de trafic correspondant à une charge normale (élevée):** valeur représentative, sur un intervalle de temps mensuel, de l'intensité de trafic dans des conditions de charge normale (élevée).

**valeur représentative annuelle de l'intensité de trafic correspondant à une charge normale (élevée) (YRV, *yearly representative value*):** valeur représentative, sur un intervalle de temps annuel, de l'intensité de trafic dans des conditions de charge normale (élevée).

D'autres définitions sont données dans la Recommandation E.600.

## 4 Abréviations

La présente Recommandation utilise les abréviations suivantes:

|      |  |
|------|--|
| CPU  | unité centrale ( <i>central processing unit</i> )                                |
| DPP  | période de pointe journalière ( <i>daily peak period</i> )                       |
| FDMI | intervalle de mesure journalier fixe ( <i>fixed daily measurement interval</i> ) |
| GOS  | qualité d'écoulement de trafic ( <i>grade of service</i> )                       |
| YRV  | valeur représentative annuelle ( <i>year representative value</i> )              |

## 5 Concepts relatifs à l'intensité du trafic

### 5.1 Rappel

Au sens large, l'expression "intensité du trafic" se rapporte à la tâche confiée à un système de trafic et aux ressources nécessaires à l'exécution de cette tâche. La classe des *systèmes de trafic* visée dans la présente Recommandation est constituée d'un pool de ressources du même type, de tâches entrantes qui mobilisent un certain nombre de ressources nécessaires ou attendent que ces ressources soient disponibles (ou abandonnent lorsque les ressources disponibles sont insuffisantes ou lorsque la file d'attente est trop petite) et d'une durée de mobilisation associée à une tâche, qui est la durée de mobilisation d'un nombre spécifié de ressources nécessaires à l'exécution d'une tâche. Citons quelques exemples importants:

- faisceaux de circuits – Cette tâche est l'appel, les ressources sont le nombre spécifié de circuits nécessaires pour l'appel et la durée de mobilisation associée à cette tâche est la durée d'occupation de l'appel;
- traitement des appels – La ressource est l'unité centrale de traitement des appels, la tâche est l'appel et la durée de mobilisation associée à cette tâche est le temps CPU de traitement de l'appel;
- transport des données par paquets – La ressource est un canal de transmission de données à largeur de bande fixe, la tâche est l'appel et la durée de mobilisation associée à cette tâche est le temps nécessaire à la transmission du paquet (c'est-à-dire: [longueur de paquet]/[vitesse du canal de données]);



- RNIS-LB – Considérons une liaison ATM dans laquelle le contrôle d'admission des connexions (CAC, *connection admission control*) attribue une certaine largeur de bande fixe à chaque connexion entrante. Le comportement est celui d'un système de trafic dans lequel la tâche est la connexion, la ressource la largeur de bande assignée par le CAC à cette connexion et la durée de mobilisation associée à cette tâche est la durée d'occupation de la connexion.

L'intensité de trafic moyenne est mesurée sur des intervalles de temps appelés *périodes d'observation* (voir la Recommandation E.492). La durée de la période d'observation doit être choisie de manière à pouvoir obtenir des estimations acceptables de l'intensité du trafic. Les éléments dont il faut tenir compte pour le choix de la période d'observation sont indiqués au 5.5.

## 5.2 Concept d'intensité du trafic et stationnarité

L'intensité instantanée du trafic écoulé est définie dans la Recommandation E.600 comme étant la quantité de ressources occupées à un instant donné. L'intensité instantanée du trafic offert est la quantité de ressources occupées dans un système de trafic disposant de ressources infinies. L'intensité moyenne de trafic est définie comme étant la moyenne temporelle de l'intensité instantanée du trafic calculée sur un certain intervalle de temps. On entend par intensité du trafic la variation de l'intensité instantanée du trafic dans le temps.

La présente Recommandation porte sur des situations dans lesquelles le processus intensité du trafic peut être considérée comme stationnaire c'est-à-dire décrites avec une bonne approximation<sup>1</sup> par certains modèles à intensité de trafic stationnaire. Pour le processus intensité du trafic considéré soit stationnaire, il faut:

- a) que le processus d'arrivée des tâches puisse être considéré comme stationnaire;
- b) que le processus de sortie des tâches puisse être considéré comme stationnaire;
- c) que la fréquence moyenne des processus d'arrivée et de départ des tâches soit le même pendant la période de lecture.

Lorsque le temps moyen de passage des tâches est très inférieur à la période d'observation, les conditions b) et c) sont satisfaites dans la plupart des cas réels lorsque la condition a) est satisfaite. Dans ce cas, l'intensité moyenne du trafic est donnée par la relation:

$$A = \lambda \cdot n \cdot h \quad (1)$$

dans laquelle  $\lambda$  est la fréquence moyenne d'arrivée des tâches,  $n$  est le nombre moyen de ressources affectées à une tâche et  $h$  le temps moyen de mobilisation des ressources affectées à une tâche (pondéré par le nombre de ressources nécessaires à l'exécution de la tâche).

Si le temps moyen de passage est voisin ou supérieur à la période d'observation, l'équation (1) peut ne pas être valable même si le processus intensité du trafic peut être approximé par un modèle statistique. Un exemple de cette situation est donné dans l'Annexe A.

---

<sup>1</sup> L'expression "bonne approximation" signifie que lorsque les paramètres du modèle d'intensité du trafic sont choisis de manière à produire une certaine intensité de trafic mesurée pendant une certaine période d'observation, et que ce modèle est utilisé pour donner une prévision de la qualité d'écoulement du trafic pendant ladite période, la qualité ainsi prévue se trouve (aux fins de dimensionnement) dans des limites de précision acceptable par rapport à la qualité d'écoulement de trafic observée.

### 5.3 Hypothèses retenues pour la présente Recommandation

Pour pouvoir appliquer les méthodes décrites dans la présente Recommandation, les hypothèses suivantes doivent être vérifiées:

- 1) la durée de la période d'observation doit être choisie de manière à ce que, pour chaque période d'observation, le processus intensité du trafic étudié puisse être convenablement approximé par un modèle de trafic stationnaire;
- 2) la présente Recommandation ne permet de définir des paramètres autres que les paramètres intensité du trafic (par exemple irrégularité ou variance du trafic) utilisés dans le modèle du processus intensité du trafic;
- 3) en présence de paramètres visés au 2) ci-dessus, le cas le plus défavorable pour le dimensionnement des ressources correspond aux périodes où l'intensité du trafic est la plus élevée;
- 4) les périodes d'observation non conformes à l'hypothèse 1 ci-dessus, c'est-à-dire les périodes pour lesquelles le processus d'arrivée observé est fortement non stationnaire, doivent être identifiées et ne pas être prises en considération<sup>2</sup>.

### 5.4 Intensité du trafic mesurée

Supposons que dans un système de trafic,  $W(t_1, t_2)$  désigne l'ensemble des tâches exécutées<sup>3</sup> pendant l'intervalle de temps  $(t_1, t_2)$ . L'intensité du trafic mesurée pendant l'intervalle de temps considéré est par définition égal à:

$$A(t_1, t_2) = W(t_1, t_2) / (t_2 - t_1) \quad (2)$$

L'unité de mesure de l'intensité du trafic est l'erlang, et la formule (2) représente le nombre moyen de ressources occupées pendant l'intervalle de temps  $(t_1, t_2)$ .

Si le système de trafic bloque certaines arrivées, l'intensité du trafic est une mesure de la *charge acheminée* et non pas de la charge offerte. Si le blocage est négligeable, l'intensité du trafic mesurée est aussi une mesure de la charge offerte. Du fait que le dimensionnement s'effectue en fonction de la charge offerte, il faut que les mesures des intensités de trafic rendent compte de cette grandeur. Si lors de la mesure des intensités de trafic on constate d'importants blocages, il faut utiliser des méthodes d'évaluation des intensités de trafic bloqué pour obtenir la meilleure estimation possible de la charge offerte. La Recommandation E.501 décrit des procédures permettant d'évaluer le trafic offert à un réseau à commutation de circuits.

---

<sup>2</sup> La présente Recommandation définit les intensités de trafic correspondant aux charges normales et fortes (voir 6.3) pour des périodes d'observation satisfaisant l'Hypothèse 1, et décrit des méthodes permettant de déterminer les intensités de trafic à utiliser pour le dimensionnement (voir le paragraphe 7) pour un ensemble de paramètres de qualité d'écoulement du trafic donné pendant ces périodes. Il est possible d'effectuer le dimensionnement pour respecter un autre ensemble de paramètres de qualité d'écoulement du trafic pendant des périodes d'observation non conformes à l'Hypothèse 1. Les mesures d'intensité du trafic et les méthodes associées pour ces périodes d'observation non conformes ne sont pas traitées dans la présente Recommandation.

<sup>3</sup> Lorsque les temps de rétention sont très inférieurs à la période d'observation, une autre définition consiste à utiliser le travail total qui arrive pendant l'intervalle  $(t_1, t_2)$ . Dans certains cas, il est plus facile de mesurer le travail total associé à une tâche qui arrive que de mesurer l'utilisation réelle des ressources (par exemple, pour des réseaux de transmission par paquets, on peut mesurer le nombre total d'octets qui arrivent et non pas mesurer le nombre total d'octets envoyés).

L'utilisation de la formule (2) pour la mesure de l'intensité du trafic requiert la mesure de l'utilisation réelle des ressources  $W(t_1, t_2)$ . Une solution couramment employée consiste à moyenner des échantillons de toutes les ressources mobilisées, prélevés à intervalles réguliers pendant la période d'observation. Une autre solution, valable uniquement si le temps de passage d'une tâche est très inférieur à la période d'observation, consiste à mesurer les arrivées des tâches, le nombre de ressources nécessaires à l'exécution d'une tâche et le temps de passage d'une tâche. Dans ces conditions, si l'on désigne par  $N(t_1, t_2)$  le nombre d'arrivées de tâches pendant l'intervalle de temps  $(t_1, t_2)$ , la formule (2) s'écrit:

$$\begin{aligned} A(t_1, t_2) &= \left[ N(t_1, t_2) / (t_2 - t_1) \right] \cdot \left[ W(t_1, t_2) / N(t_1, t_2) \right] \\ &= \lambda(t_1, t_2) \cdot n(t_1, t_2) \cdot h(t_1, t_2) \end{aligned} \quad (3)$$

On constate que  $A(t_1, t_2)$  a la même forme que l'équation (1), et est le produit de la fréquence moyenne d'arrivée des tâches  $\lambda(t_1, t_2)$ , du nombre moyen de ressources mobilisées par une tâche  $n(t_1, t_2)$ , et du temps moyen mesuré de passage d'une tâche,  $h(t_1, t_2)$ .

### 5.5 Convergence de l'intensité du trafic mesurée et choix de la période d'observation

L'intensité du trafic mesurée,  $A(t_1, t_2)$ , donnée dans (2), et éventuellement dans (3), est une estimation de l'intensité moyenne du trafic  $A$ , et lorsque  $(t_2 - t_1)$  augmente,  $A(t_1, t_2)$  converge vers  $A$ . Pour la mesure du trafic, on veut choisir une période d'observation  $(t_2 - t_1)$  suffisamment longue pour que  $A(t_1, t_2)$  se trouve à l'intérieur de l'intervalle de confiance autour de  $A$ . Toutefois, la période d'observation ne doit pas être excessivement longue car le trafic perdrait de sa stationnarité et les mesures d'intensité du trafic ne pourraient plus caractériser des niveaux de charge permettant le dimensionnement et l'observation de la qualité d'écoulement du trafic.

Si l'on n'est pas possible de déterminer une longueur de période d'observation donnant un intervalle de confiance acceptable et conforme à l'Hypothèse 1 du 5.3, on devra recourir à des modèles plus détaillés. Si l'on ne trouve pas de modèle satisfaisant, il ne faudra pas utiliser les méthodes décrites dans la présente Recommandation.

La longueur de la période d'observation nécessaire pour obtenir l'intervalle de confiance de dimension voulue dépend du modèle de trafic qui sert d'approximation du trafic réel. Par exemple, un faisceau de circuits vers lequel arrivent des appels suivant une loi de Poisson avec un temps de passage moyen connu,  $h$ , et une fréquence moyenne d'arrivée des appels inconnue,  $\lambda$ . Pour estimer l'intensité moyenne du trafic (c'est-à-dire  $\lambda h$ ), il est nécessaire d'effectuer les mesures pendant une période d'observation suffisamment longue pour obtenir le niveau de confiance souhaité. Supposons que l'on souhaite estimer le trafic avec une largeur d'intervalle de confiance à 95% inférieure à  $\alpha \times$  (*intensité du trafic estimée*). On peut alors montrer, d'après les propriétés des processus de Poisson, que l'intervalle de mesure doit être suffisamment long pour pouvoir observer plus de  $[2 \times 1,96 / \alpha]^2$  arrivées d'appel (par exemple, si  $\alpha = 0,2$ , la période d'observation doit être suffisamment longue pour pouvoir observer plus de 384 arrivées d'appels). Les méthodes permettant de déterminer les périodes d'observation pour d'autres types de modèles de trafic devront si possible être fondées sur des modèles statistiques appropriés pour définir approximativement l'intervalle de confiance, et les longueurs des périodes d'observation devront être suffisamment longues pour obtenir l'intervalle de confiance voulu sur la base du modèle statistique utilisé. En l'absence de modèle statistique adapté, on pourra utiliser des techniques statistiques fondées sur l'analyse de l'intensité du trafic mesurée. Ainsi, on pourra étudier la variation de l'intensité moyenne du trafic mesurée telle que définie dans (2) lorsque  $(t_2 - t_1)$  augmente, et utiliser un critère basé sur la convergence de cette intensité moyenne.

Pour certains types de profils de trafic réels (par exemple, pour du trafic en rafale) certains modèles de trafic peuvent conduire à des périodes d'observation très courtes. Dans ce cas, il faut utiliser si possible d'autres modèles donnant des périodes d'observation plus longues (supérieures à 5 mn par exemple) de sorte que les ressources ne soient pas dimensionnées pour des niveaux du trafic maximum de brève durée et peu fréquents.

## **6 Méthodes de mesure et intensités de trafic correspondant à une charge normale ou élevée**

La période d'observation est choisie de manière à ce que le processus d'arrivée soit proche de celui d'un modèle stationnaire; mais l'intensité du trafic sur plusieurs périodes d'observation évoluera fortement. Les ressources de télécommunication doivent être dimensionnées de manière à prendre en charge les niveaux de charge les plus élevés qui se présenteront. Les notions de conditions de charge normale et de charge élevée sont utilisées pour identifier les valeurs d'intensité de trafic à utiliser pour le dimensionnement des ressources.

Par définition, la charge est dite *normale* lorsque les conditions d'exploitation du réseau permettent le plus souvent de répondre aux attentes des utilisateurs du service. Une charge *élevée* caractérise des conditions d'exploitation moins fréquentes pour lesquelles il n'est pas toujours possible de répondre aux attentes des utilisateurs du service, mais pour lesquelles le niveau de performance obtenu est suffisant pour éviter un trop grand mécontentement de l'utilisateur, la propagation des encombrements (due par exemple à une répétition excessive des tentatives d'appel), etc.

### **6.1 Méthodes de mesure journalière**

La méthode de mesure de l'intensité de trafic journalière recommandée est celle qui est exposée dans la Recommandation E.492, et elle sera appelée méthode période de pointe journalière (DPP, *daily peak period*). Dans cette méthode, l'intensité du trafic est mesurée pendant des périodes d'observation consécutives chaque jour et l'intensité maximale du trafic pour la journée est consignée. Cette méthode nécessite une mesure continue.

Lorsque les profils de trafic sont relativement prévisibles, on peut utiliser des méthodes de mesure non continues. Si l'on sait que les charges correspondant aux périodes de pointe apparaîtront durant certains intervalles de la journée, on pourra utiliser une méthode intervalle de mesure journalier fixe (FDMI, *fixed daily measurement interval*) dans laquelle l'intervalle de temps (c'est-à-dire, un ensemble de périodes d'observation consécutives) est identifié. Pendant cet intervalle de temps, on mesure chaque jour l'intensité du trafic. Les valeurs d'intensité maximale du trafic mesurées pendant les périodes d'observation sont consignées journalièrement.

Si l'on sait que les charges correspondant aux périodes de pointe apparaissent pendant une certaine période d'observation de la journée, la méthode FDMI revient à mesurer et à consigner journalièrement les valeurs d'intensité du trafic uniquement pendant les périodes d'observation identifiées.

Pour la méthode à mesures non continues (c'est-à-dire la méthode FDMI), il est nécessaire de procéder périodiquement à des mesures additionnelles pour s'assurer que les profils de trafic n'ont pas évolué et que les périodes chargées se trouvent toujours à l'intérieur des intervalles de mesure utilisés.

Dans certains cas, les structures tarifaires peuvent changer au cours de la journée pour stimuler (ou décourager) le trafic, et la qualité voulue d'écoulement du trafic du réseau peut dépendre des structures tarifaires. Dans les cas où les paramètres de qualité d'écoulement du trafic changent, la méthode de mesure du trafic retenue doit être utilisée pour chaque intervalle de temps pendant lequel un ensemble particulier de paramètres de qualité d'écoulement du trafic s'applique (cet intervalle est

appelé période GOS). En effet, le réseau doit être dimensionné pour traiter la charge correspondant à chaque période. Ainsi, une intensité maximale journalière du trafic doit être consignée pour chaque période GOS au cours de la journée.

## **6.2 Groupement des mesures journalières**

Afin de pouvoir procéder à une analyse statistique significative des mesures d'intensité du trafic, les mesures journalières ont été traditionnellement organisées en groupes statistiquement homogènes (c'est-à-dire collectées dans des groupes journaliers ayant approximativement le même comportement statistique). Les trois groupes journaliers à prendre en considération sont: les jours ouvrables, les jours de fin de semaine (incluant la plupart des fêtes), et les jours exceptionnels de l'année (par exemple, Noël, Fête des mères, événements extraordinaires, etc.). Si les objectifs de GOS sont modifiés au cours de la journée en raison de stratégies tarifaires ou pour d'autres raisons indiquées ci-dessus, les groupements seront ventilés par jour et par période GOS.

Les intensités de trafic de fin de semaine sont généralement inférieures aux intensités de trafic des jours ouvrables. Ainsi, les jours de fin de semaine ont été traditionnellement exclus pour la détermination des charges de trafic normales ou élevées. Cependant, dans la méthode ci-dessous de détermination des charges de trafic normales ou élevées, il n'est pas nécessaire d'exclure les jours de fin de semaine car, s'ils correspondent réellement à une intensité de trafic faible, ils seront automatiquement exclus par la méthode.

Ce n'est pas le cas des jours exceptionnels de l'année. Des objectifs de GOS différents de ceux utilisés pour les charges normales ou élevées sont employés par les opérateurs pour ces jours. Ces jours où le trafic est exceptionnellement élevé ne sont pas automatiquement exclus par la méthode de détermination des charges de trafic normales ou élevées.

Ainsi, si différents objectifs de GOS sont utilisés pour ces jours, ces jours doivent être exclus avant de déterminer les charges de trafic normales ou élevées. Il faut noter que les Recommandations de l'UIT-T ne traitent pas des valeurs cibles de GOS pour les journées exceptionnelles de l'année, de sorte que les opérateurs doivent décider bilatéralement des objectifs de GOS qui doivent être satisfaits pendant ces jours.

Bien qu'il ne faille pas distinguer les jours ouvrables des jours de fin de semaine pour déterminer les charges de trafic normales ou élevées, il peut être nécessaire de les distinguer si l'on souhaite faire une analyse statistique complémentaire.

## **6.3 Intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées**

L'une ou l'autre des méthodes de mesure journalière ci-dessus (DPP ou FDMI) permet de déterminer une intensité maximale journalière du trafic dans un système de trafic. C'est à partir de ces mesures d'intensité maximale journalière du trafic que les intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées sont déterminées. S'il y a plusieurs périodes GOS au cours de la journée, comme indiqué ci-dessus, une intensité maximale journalière du trafic sera déterminée pour chaque période GOS et des intensités de trafic correspondant aux charges normales et élevées seront calculées pour chaque période GOS journalière. Les définitions ci-dessous des intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées pour un système de trafic ont été établies à partir des méthodes exposées dans la Recommandation E.492.

Les intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées sont définies sur un intervalle de temps mensuel<sup>4</sup>. On choisit un ensemble de jours dans le mois. Cet ensemble peut être constitué de tous les jours sauf les jours exceptionnels de l'année ou seulement du groupe de jours ouvrables. Cette deuxième possibilité peut être utilisée seulement lorsque l'on sait que les intensités de trafic des jours de fin de semaine sont plus faibles que celles des jours ouvrés.

*L'intensité de trafic correspondant à la charge normale* pour un système de trafic est déterminée par étapes comme suit:

- 1) classer les jours retenus par intensités maximales journalières de trafic croissantes;
- 2) choisir pour *intensité de trafic correspondant à une charge normale* du système de trafic pour le mois considéré<sup>5</sup> la quatrième valeur d'intensité la plus forte.

La deuxième valeur la plus forte constituera *l'intensité de trafic correspondant à une charge élevée* du système de trafic pour le mois considéré.

Il est important de noter que dans un réseau de télécommunications se trouvent différents systèmes de trafic et que les charges normales et élevées correspondantes doivent être déterminées séparément pour chaque système. En fait, l'intensité maximale journalière du trafic pour différents systèmes de trafic peut correspondre à différentes périodes d'observation. Par exemple, dans un autocommutateur on peut distinguer trois principaux systèmes de trafic à savoir: les faisceaux de circuit, le système de traitement des appels et le réseau de signalisation. Supposons que pendant une heure donnée, la fréquence moyenne d'arrivée des appels soit de 100 appels/seconde et la durée moyenne d'occupation des ressources de 180 secondes par appel, et supposons que pendant une autre heure, la fréquence d'arrivée des appels soit de 200 appels/seconde et la durée moyenne d'occupation des ressources de 60 secondes par appel. Dans ce cas, pour le faisceau de circuits, l'intensité de trafic est la plus élevée (18 000 erlangs) pendant la première heure. Et pour le système de traitement des appels et le réseau de signalisation, l'intensité de trafic est la plus élevée pendant la deuxième heure (en supposant que la durée moyenne d'occupation des ressources par appel dans ces systèmes est la même pour les deux heures).

#### **6.4 Considérations relatives aux mesures de service**

Lorsque le trafic se compose de tâches qui correspondent à différents services (trafic multiservice) avec différentes caractéristiques de trafic ou différents potentiels de croissance de la demande, il peut être utile de procéder à des mesures de trafic pour chaque service. Lorsque les potentiels de croissance de la demande pour certains services sont supérieurs à ceux d'autres services, la période utilisée pour la détermination des charges de trafic normales ou élevées pour ces services pourra correspondre dans le futur à la période utilisée pour déterminer les charges de trafic normales ou élevées du trafic composite. Ainsi, il ne faut pas uniquement s'intéresser aux mesures pendant les périodes de charge de trafic normale ou élevée pour le trafic composite, mais également aux mesures pendant les périodes de trafic élevé pour les services qui, en raison du volume actuel associé et de leur potentiel de croissance, pourraient déterminer les futures charges de trafic normales et élevées pour le trafic composite. Les mesures visant à obtenir les profils de trafic quotidien pour chaque service pourraient s'avérer utiles pour identifier les périodes critiques. Ce sujet appelle un complément d'étude.

---

<sup>4</sup> C'est un délai trop court pour que les variations et la croissance saisonnières influent sensiblement sur le comportement d'une charge pendant l'intervalle de temps considéré et c'est un délai assez long pour présenter un intérêt sur le plan statistique.

<sup>5</sup> Si l'on dispose de plus d'informations sur la répartition de la charge du trafic de pointe quotidien, il se peut qu'un jour différent de celui qui contient les quatre charges les plus élevées convienne mieux.

## 7 Détermination des valeurs d'intensité de trafic à utiliser pour le dimensionnement des ressources

Les ressources dans un système de trafic sont dimensionnées de manière à respecter les objectifs de GOS spécifiés pour des périodes de charge définies. Dans le présent paragraphe, on étudie les intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées définies ci-dessus et les méthodes permettant de déterminer les intensités de trafic pour le dimensionnement des ressources afin de remplir les objectifs de GOS.

Compte tenu de leur définition, les intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées doivent être considérées comme des observations de variables aléatoires. Ainsi, les valeurs mesurées des intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées pour chaque mois sont des échantillons de leur distribution de probabilité respective.

En théorie, l'objectif du dimensionnement des ressources dans un système de trafic est de dimensionner les ressources de façon à ce que les objectifs de qualité d'écoulement du trafic (GOS) (intensité de trafic correspondant aux charges normales ou élevées au cours de chaque mois) soient respectés. Le problème est qu'un dimensionnement effectué en voulant respecter avec certitude cet objectif théorique risque d'être onéreux. Une solution consiste à effectuer le dimensionnement de façon à ce que la probabilité de non-satisfaction des objectifs GOS pour les charges normales et élevées dans un mois quelconque, soit inférieure à une valeur choisie. Toutefois, cette approche exige une bonne connaissance des fonctions de distribution de la probabilité des variables aléatoires d'intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées, ou bien de bonnes approximations de ces fonctions. En général, ce type d'information relative aux distributions sont difficiles à obtenir en raison du manque d'homogénéité des profils de trafic d'un mois à l'autre. Ce manque d'homogénéité se traduit par l'utilisation de petits échantillons sur lesquels on doit baser l'analyse statistique et par conséquent par des intervalles de confiance très grands. Les analyses et les simulations montrent que les distributions de probabilité pour les intensités de trafic correspondant aux charges normales ou élevées dépendent fortement des fonctions implicites de distribution d'intensité du trafic et il n'est donc pas possible de donner une méthode générale applicable.

Une solution autre que celle qui consiste à s'appuyer pour le dimensionnement sur la connaissance des fonctions de distribution de probabilité des variables aléatoires d'intensité de trafic correspondant aux charges normales ou élevées, est d'utiliser la méthode suivante fondée sur une valeur représentative observée annuellement (YRV, *yearly representative value*). Dans cette méthode, les intensités de trafic correspondant aux charges normales et élevées sont consignées pour chaque mois de l'année. La YRV de la charge normale (élevée) pour l'année est choisie comme étant, soit l'intensité de trafic correspondant à la deuxième charge la plus élevée, soit l'intensité de trafic correspondant à la charge normale (élevée) la plus élevée, observées pour l'année considérée. Si l'intensité du trafic tend approximativement à être homogène d'un mois à l'autre, il est recommandé de choisir la deuxième valeur la plus élevée, étant donné que cela permettra d'éviter des anomalies. Cependant, si cette intensité n'est pas suffisamment homogène (par exemple, si des pointes de charge apparaissent uniquement pendant un ou deux mois), il est recommandé d'utiliser la valeur correspondant à une pointe.

Si les valeurs représentatives annuelles de charges normales ou élevées découlent d'une situation dans laquelle il y a eu un blocage important dans le réseau, il est nécessaire d'estimer l'intensité de trafic offerte et de l'utiliser pour la méthode YRV de préférence à l'intensité de trafic acheminée mesurée. La Recommandation E.501 définit certaines méthodes pour estimer l'intensité du trafic offert à partir de l'intensité du trafic mesurée sur un réseau à commutation de circuits.

Après avoir déterminé les valeurs YRV de charge normale ou élevée pour l'année en cours, on détermine les intensités de trafic correspondant aux charges normales et élevées à utiliser pour le dimensionnement du système de trafic pour les années à venir, en appliquant la croissance attendue

aux valeurs YRV pour l'année en cours. La croissance attendue doit être déterminée en utilisant les méthodes de prévision du trafic (par exemple, voir les Recommandations E.506, E.507 et E.508). Le modèle de croissance appliqué à la valeur YRV doit également inclure une certaine marge de sécurité pour tenir compte de l'incertitude. L'importance de cette marge de sécurité doit être déterminée par l'expérience avec des systèmes de trafic spécifiques et compte tenu des circonstances dans lesquelles le dimensionnement a lieu.

## 8 Rappel

Recommandation E.500 – Publiée pour la première fois en 1969, révisée en 1992, révisée en 1998.

### ANNEXE A

#### **Exemple d'intensité de trafic stationnaire avec des durées d'occupation des ressources supérieures à la période d'observation**

La présente annexe montre comment des systèmes de trafic avec des durées d'occupation des ressources par appel supérieures à la période d'observation peuvent être décrits par un processus intensité du trafic pratiquement stationnaire pendant la période d'observation, l'équation (1) n'étant toutefois plus valable pour le calcul de l'intensité moyenne de trafic pendant la période d'observation considérée.

Soit un système de trafic constitué d'un faisceau de circuits et associé à deux processus d'arrivée des appels. Dans le premier processus d'arrivée des appels (Processus 1), les appels ont des durées d'occupation des ressources exponentiellement distribuées, la durée moyenne d'occupation des ressources étant de 1 minute par appel; le processus d'arrivée des appels est stationnaire de type Poisson avec une fréquence moyenne d'arrivée des appels de 100 appels/minute en permanence. Dans le deuxième processus d'arrivée des appels (Processus 2), la durée d'occupation des ressources est déterministe et égale à 100 minutes par appel; le processus d'arrivée des appels est déterministe et la fréquence d'arrivée des appels est de 20 appels/minute pour un temps  $t$  compris entre 0 et 10 minutes et de 0 appel/minute pour les autres périodes<sup>6</sup>.

La Figure A.1 représente les intensités de trafic résultantes. Le Processus 1 est un processus stationnaire et l'équation (1) peut être utilisée pour déterminer l'intensité moyenne de trafic pour tous les temps  $t$  équivalente à 100 circuits. Le Processus 2 est un processus non stationnaire, de sorte que son intensité moyenne de trafic dépend de la longueur et de la position de l'intervalle de temps pendant lequel la moyenne est prise. Cependant, l'intensité de trafic instantanée correspondante est caractérisée facilement; elle croît linéairement pendant l'intervalle de temps (0;10) minutes, reste constante à 200 circuits pendant l'intervalle (10;100) minutes et décroît linéairement à 0 sur l'intervalle (100;110) minutes.

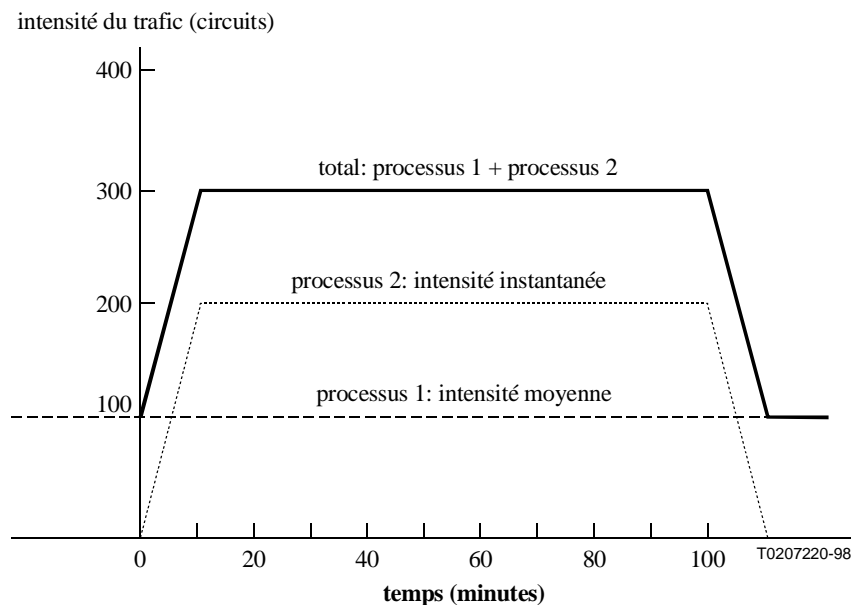
L'intensité totale du trafic sur le système peut être caractérisée par la somme de l'intensité moyenne du trafic du processus 1 et de l'intensité instantanée du trafic du Processus 2 comme indiqué sur la Figure A.1. Pour les intervalles de temps  $(-\infty,0)$ , (10;100) minutes et (110; $\infty$ ), le processus d'intensité du trafic peut être approximé par un processus stationnaire. Pour les intervalles de temps

---

<sup>6</sup> Le choix d'arrivée déterministe et de temps de rétention déterministe pour le Processus 2 a pour but de faciliter l'explication. Il est plus facile de développer cet exemple pour inclure des modèles plus réalistes qui incluent des phénomènes aléatoires dans le Processus 2. Le Processus 2 est destiné à représenter des services tels la vidéo à la demande, avec des temps de rétention longs (90 minutes) et la plupart des appels concentrés pendant certains intervalles de temps (en général entre 20 et 21 heures).



$(-\infty,0)$  et  $(110;\infty)$ , le processus est uniquement approximé par le Processus 1 et pour l'intervalle de temps  $(10;100)$ , le processus d'approximation est le Processus 1 auquel on ajoute les 200 circuits occupés du Processus 2. Il est clair que l'équation (1) n'est plus valable entre 10 et 100 mn.



**Figure A.1/E.500**



## SERIES DES RECOMMANDATIONS UIT-T

|                |   |
|----------------|---|
| Série A        | Organisation du travail de l'UIT-T  |
| Série B        | Moyens d'expression: définitions, symboles, classification  |
| Série C        | Statistiques générales des télécommunications   |
| Série D        | Principes généraux de tarification  |
| <b>Série E</b> | <b>Exploitation générale du réseau, service téléphonique, exploitation des services et facteurs humains</b>                                     |
| Série F        | Services de télécommunication non téléphoniques   |
| Série G        | Systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques  |
| Série H        | Systèmes audiovisuels et multimédias  |
| Série I        | Réseau numérique à intégration de services  |
| Série J        | Transmission des signaux radiophoniques, télévisuels et autres signaux multimédias  |
| Série K        | Protection contre les perturbations   |
| Série L        | Construction, installation et protection des câbles et autres éléments des installations extérieures  |
| Série M        | RGT et maintenance des réseaux: systèmes de transmission, de télégraphie, de télécopie, circuits téléphoniques et circuits loués internationaux |
| Série N        | Maintenance: circuits internationaux de transmission radiophonique et télévisuelle  |
| Série O        | Spécifications des appareils de mesure  |
| Série P        | Qualité de transmission téléphonique, installations téléphoniques et réseaux locaux   |
| Série Q        | Commutation et signalisation  |
| Série R        | Transmission télégraphique  |
| Série S        | Equipements terminaux de télégraphie  |
| Série T        | Terminaux des services télématiques   |
| Série U        | Commutation télégraphique   |
| Série V        | Communications de données sur le réseau téléphonique  |
| Série X        | Réseaux pour données et communication entre systèmes ouverts  |
| Série Y        | Infrastructure mondiale de l'information  |
| Série Z        | Langages de programmation   |