

Télétrafic (TTR)

Enseignant : Dr Stephan Robert

Septembre 2019

- ▶ **Partage des ressources** : lignes de communication, mémoires, ...
- ▶ **Attribution temporaire** : besoins momentanés des usagers pour une durée limitée

- ▶ **Partage des ressources** : lignes de communication, mémoires, ...
- ▶ **Attribution temporaire** : besoins momentanés des usagers pour une durée limitée
- ▶ **Spéculation statistique** : risque d'encombrement lorsque toutes les ressources disponibles sont occupées simultanément

Impossibilité de satisfaire les demandes !

- ▶ **Partage des ressources** : lignes de communication, mémoires, ...
- ▶ **Attribution temporaire** : besoins momentanés des usagers pour une durée limitée
- ▶ **Spéculation statistique** : risque d'encombrement lorsque toutes les ressources disponibles sont occupées simultanément

Impossibilité de satisfaire les demandes !

- ▶ **TELETRAFIC** : **évaluation de ce risque, dimensionnement correct du réseau** (compromis entre le coût et la qualité) !

- ▶ **Méthodes :**
 - ▶ **Observation** : statistique du trafic existant et du comportement des utilisateurs
 - ▶ **Elaboration de modèles** : description des caractéristiques des sources de trafic et des systèmes
 - ▶ **Etude mathématique des modèles** : probabilités, statistiques, files d'attente
 - ▶ **Simulations** : modèles compliqués inaccessibles aux calculs analytiques

▶ Méthodes :

- ▶ **Observation** : statistique du trafic existant et du comportement des utilisateurs
- ▶ **Elaboration de modèles** : description des caractéristiques des sources de trafic et des systèmes
- ▶ **Etude mathématique des modèles** : probabilités, statistiques, files d'attente
- ▶ **Simulations** : modèles compliqués inaccessibles aux calculs analytiques

▶ Origines du télétrafic (“traffic engineering”)

- ▶ **Téléphone** : commutation téléphonique au début du 20^{ème} siècle
- ▶ **Trafic téléphonique** : caractéristiques bien connues (débit fixe, signalisation, réservation de ressources)

- ▶ **Réseaux IP, réseau universel**
 - ▶ Navigation Web
 - ▶ Transfert de fichiers
 - ▶ Messagerie
 - ▶ Visioconférences, Skype,...
 - ▶ Jeux
 - ▶ Vidéos Internet
- ▶ **Trafic Internet** : caractéristiques très différentes du trafic téléphonique (normalement : pas de réservation de ressources, pas de signalisation), beaucoup moins prévisible, complexe. Nécessité de faire des mesures.

► Intensité du trafic

$$Y = c.h$$

- Y : intensité du trafic écoulé, sans dimension. Exprimé en **erlang (E)** (en hommage au mathématicien danois Agner Krarup Erlang, inventeur du télétrafic.)
- c : fréquence moyenne des occupations (en nombre d'occupation(s)/unité(s) de temps (secondes, heures,...))
- h : durée moyenne des occupations (en unité(s) de temps : secondes, heures,...)

▶ Remarques

- ▶ S'il n'y a **qu'une ligne de communication**, le taux d'occupation est au maximum 1 (1 erlang), autrement dit, $Y = c.h \leq 1$ E. Y exprime la probabilité de trouver la ligne occupée à un instant quelconque.
- ▶ S'il y a n **lignes de communication**, l'intensité du trafic $Y_n = \sum_{i=1}^n Y_i \leq n$ E ne peut pas dépasser n erlangs.
- ▶ L'intensité du trafic n'indique que le degré d'occupation d'une ou plusieurs lignes sans s'intéresser à la nature des occupations (régulier ou pas).
- ▶ Le volume de trafic s'exprime en [erlang.heures] et est égal à $Y.\Delta t$ en moyenne.

▶ Trafic offert

$$A = c_o \cdot h$$

- ▶ A : intensité du trafic offert. Ensemble des sollicitations (acceptées ou refusées par le système).
 - ▶ c_o : fréquence moyenne des occupations
 - ▶ h : durée moyenne des occupations
- ## ▶ Remarques
- ▶ Le trafic offert est un trafic **fictif**.

▶ Trafic écoulé

$$Y = c_e \cdot h$$

- ▶ Y : intensité du trafic écoulé. Ensemble des occupations *réelles*.
- ▶ c_e : fréquence moyenne des occupations
- ▶ h : durée moyenne des occupations

▶ Remarques

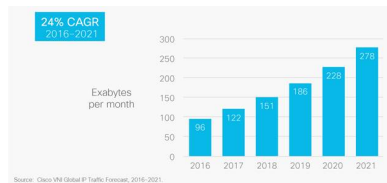
- ▶ Le trafic offert est un trafic **réel**.
- ▶ Comme des sollicitations peuvent être refusées, $Y \leq A$.

- ▶ **Trafic téléphonique (traditionnel)**
 - ▶ Le trafic varie en fonction du lieu, du moment, des politiques tarifaires des opérateurs, de circonstances diverses (catastrophes naturelles, incidents, ...)
 - ▶ Les variations dans le temps résultent de plusieurs effets : croissance annuelle, fluctuations saisonnières, cycles journaliers et hebdomadaires,...

- ▶ **Trafic téléphonique (traditionnel)**
 - ▶ Le trafic varie en fonction du lieu, du moment, des politiques tarifaires des opérateurs, de circonstances diverses (catastrophes naturelles, incidents, ...)
 - ▶ Les variations dans le temps résultent de plusieurs effets : croissance annuelle, fluctuations saisonnières, cycles journaliers et hebdomadaires,...
 - ▶ **Base de calcul** pour ce trafic : **heure chargée** (8 à 10 fois plus important que la moyenne du trafic journalier).

- ▶ **Trafic téléphonique (traditionnel)**
 - ▶ Le trafic varie en fonction du lieu, du moment, des politiques tarifaires des opérateurs, de circonstances diverses (catastrophes naturelles, incidents, ...)
 - ▶ Les variations dans le temps résultent de plusieurs effets : croissance annuelle, fluctuations saisonnières, cycles journaliers et hebdomadaires,...
 - ▶ **Base de calcul** pour ce trafic : **heure chargée** (8 à 10 fois plus important que la moyenne du trafic journalier).
 - ▶ **Intensité du trafic** pour un abonné pendant l'heure chargée : on l'évalue à environ **0.05 E/abonné**, soit en moyenne **3 minutes** pendant l'heure chargée

► **Trafic internet (selon Cisco)**



► **Estimation 2012 :**

- **Le trafic IP annuel va dépasser le zettabyte d'ici 2017 (ou 120 exabytes/mois)**

► **Estimation 2018 :**

- **Le trafic IP annuel va dépasser 3.3 zettabyte d'ici 2021 (ou 278 exabytes/mois).**

► **Estimation 2019 :**

- **Le trafic IP annuel va dépasser 4.8 zettabyte d'ici 2022 (ou 396 exabytes/mois).**

- 1 ZettaByte=1000 EB= 10^{21} Bytes, 1 ExaByte=1000 PB, 1 PetaByte=1000 TeraByte

- ▶ **L'heure chargée du trafic Internet croit plus vite que le trafic moyen sur Internet.** En 2016 le trafic de l'heure chargée a augmenté de 51% alors que le trafic Internet moyen a cru de 32%. D'ici 2021 le trafic de l'heure chargée va être 4.6 fois plus important.
- ▶ **La moitié du trafic IP Internet a été généré par des appareils qui ne sont pas des ordinateurs en 2016.** En 2012, seulement le 25% du trafic IP était généré par des appareils autres que des ordinateurs. D'ici 2021, seulement 25% du trafic sera généré par des ordinateurs.
- ▶ Prédiction supplémentaire : <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/vni-hyperconnectivity-wp.html>